

544,107

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2004年8月19日 (19.08.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/071020 A1

(51)国際特許分類: H04L 12/28, H04B 7/26

(21)国際出願番号: PCT/JP2004/001027

(22)国際出願日: 2004年2月3日 (03.02.2004)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願2003-26462 2003年2月3日 (03.02.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 迫田和之 (SAKODA,Kazuyuki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(54)代理人: 角田芳末, 外(TSUNODA,Yoshisue et al.); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル Tokyo (JP).

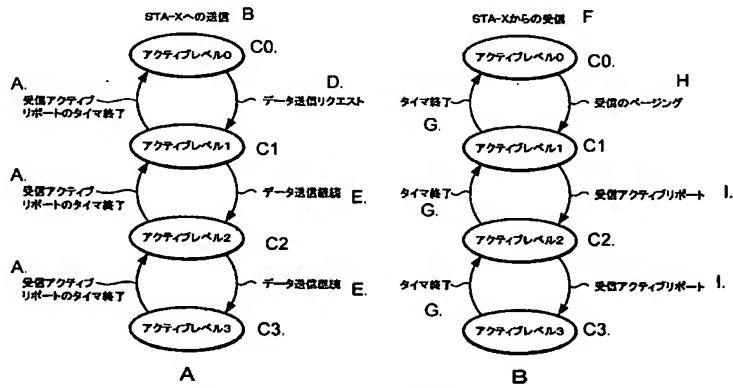
(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84)指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION METHOD, COMMUNICATION DEVICE, AND COMPUTER PROGRAM

(54)発明の名称: 通信方法及び通信装置、並びにコンピュータプログラム



A...RECEPTION ACTIVE REPORT TIMER END

B...TRANSMISSION TO STA-X

C0...ACTIVE LEVEL 0

C1...ACTIVE LEVEL 1

C2...ACTIVE LEVEL 2

C3...ACTIVE LEVEL 3

D...DATA TRANSMISSION REQUEST

E...DATA TRANSMISSION CONTINUED

F...RECEPTION FROM STA-X

G...TIMER END

H...RECEPTION PAGING

I...RECEPTION ACTIVE REPORT -

WO 2004/071020 A1

(57) Abstract: In order to solve problems of retention at the transmission side and delay at the reception side when performing transmission in a communication system such as a radio LAN system, access control is performed so that the packet communication timing will not collide with the another station by detecting a signal from that station. Each of the communication stations in the network transmits a beacon describing information on the network and sets a state for performing reception operation at the time band before

[続葉有]



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:
— 國際調査報告書

and after the transmission of the beacon signal. By performing this processing, when no transmission/reception data is present in each communication station in the network, the system can be configured with the minimum transmission/reception operation. Moreover, according to the fluctuating transmission/reception data amount, the transmission/reception operation is changed. Thus, it is possible to transmit data with the minimum latency by the least necessary transmission/reception operation.

(57) 要約: 無線LANシステムなどの通信システムでの伝送時の、送信側での滞留や受信側での遅延などの問題を解決するために、他の局から送信される信号の検出により、他局とパケットの通信タイミングが衝突しないアクセス制御を行う場合に、ネットワーク内の各通信局は、ネットワークに関する情報を記述したビーコンを送信して、そのビーコン信号の送信に前後する時間帯に受信動作を行う状態を設定するようにした。かかる処理を行うことで、ネットワーク内の各通信局で送受信データが存在しない場合には、最小限の送受信動作にてシステムを構成可能であり、かつ、変動する送受信データ量に従って、送受信動作状態を変遷させることにより、必要最低限の送受信動作にて、極力小さなレイテンシでのデータ転送を可能とすることができます。

明細書

通信方法及び通信装置、並びにコンピュータプログラム

技術分野

5 本発明は、例えばデータ通信などを行う無線 LAN (Local Area Network : 構内情報通信網) システムに適用して好適な通信方法及び通信装置に関する。特に、マスタ局、スレーブ局の制御、被制御の関係なしに自立分散型のネットワークを構築制御局なしで運用する場合に適用して好適な、通信方法及び通信装置に関する。

10 さらに詳しくは、本発明は、各通信局がネットワーク情報などを記載したビーコンを所定のフレーム周期毎に報知し合うことにより自律分散型の無線ネットワークを形成する無線通信方法及び無線通信装置、並びにコンピュータプログラムに係り、特に、各通信局が互いに送信するビーコンの衝突を回避しながら自律分散

15 型の無線ネットワークを形成する無線通信方法及び無線通信装置、並びにコンピュータプログラムに関する。

背景技術

従来、無線 LAN システムのメディアアクセス制御としては、
20 IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 方式で規定されたアクセス制御などが広く知られている。 IEEE802.11 方式の詳細については、 International Standard ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition, Part11:Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications などに記載されている。
25 IEEE802.11 方式におけるネットワーキングは、 BSS(Basic Service Set) の概念に基づいている。 BSS はアクセスポイント:AP(Access Point) のようなマスタ制御局が存在するインフラ

モードで定義される BSS と、複数の端末局 :MT(Mobile Terminal)のみにより構成されるアドホックモードで定義される IBSS(Independent BSS) の二種類がある。

5 インフラモード時の IEEE802.11 の動作について図 27 を用いて説明する。インフラモードの BSS においては、無線通信システム内にコーディネーションを行うアクセスポイントが存在し、アクセスポイントと、そのアクセスポイントの周辺に存在する端末局 MT との間で通信が行われる。アクセスポイントは適当な時間間隔でビーコンと呼ばれる制御信号を送信し、このビーコンを
10 受信可能である端末局 MT はアクセスポイントが近隣に存在することを認識し、さらに該アクセスポイントとの間でコネクション確立を行う。図 27 では、図 27 (a) に示した通信局 STA1 がアクセスポイントで、図 27 (b) に示した通信局 STA0 が端末局 MT である場合を記載している。通信局 STA1 は、図 27 に記
15 したように、一定の時間間隔でビーコン(Beacon)を送信する。

次回のビーコンの送信時刻は、ターゲットビーコン送信時刻(TBTT: Target Beacon Transmit Time) というパラメータにてビーコン内で報知されており、時刻が TBTT になると、アクセスポイントはビーコン送信手順を動作させている。また、周辺の端末局 MT は、ビーコンを受信し、内部の TBTT フィールドをデコードすることにより次回のビーコン送信時刻を認識することが可能なため、アクセスポイントと通信する必要がないと思われる時間帯においては、次回あるいは複数回先の TBTT まで受信部の電源を落としスリープ状態に入ることもある(いわゆる間欠受信動作)。
20
25 ビーコンには、特定の通信局宛ての情報を保持している場合には、当該通信局にその旨を伝達するフィールドが定義されており、ビーコンを受信した端末局 MT は、現在アクセスポイントが自局宛ての情報を保持しているか否かを知ることができる。

図 27 では、通信局 STA0 が通信局 STA1 のビーコンを 2 回に 1 回受信する場合の例を示している。図 27(c) は、通信局 STA0 の受信部の状態を示しており、ハイレベルが受信動作中で、ローレベルが受信停止中を示してある。通信局 STA1 がビーコン B1-0 を送信するタイミングでは、通信局 STA0 は受信部を動作させている。しかし、ビーコン B1-0 では、自局宛ての情報が保持されている旨が記載されていなかったため、通信局 STA0 はビーコンの受信を終了すると、受信部の動作をストップさせる。通信局 STA0 は、次回の B1-1 のビーコン送信時には受信部を動作させず、10 その次のビーコンである B1-2 が送信される時刻を狙い打って受信部を動作させている。図 27 では、このビーコン B1-2 において、通信局 STA0 宛ての情報が保持されていることが報知されている場合を例にとっている。

ビーコン B1-2 を受信することにより、自局宛ての情報が保持されていることを認識した通信局 STA0 は、この情報を認識し受信部を動作させ続けることを通信局 STA1 に伝達すべく、所定の送信手順にしたがって、PS-Poll パケットを送信する。これを受信した通信局 STA1 は、通信局 STA0 が受信機の動作を開始したことを認識すると、所定の送信手順にしたがって、情報パケットを通信局 STA0 宛てに送信する。これを誤りなく受信できた場合には、通信局 STA0 は、受信確認応答信号として ACK を送信する。ここで、通信局 STA0 が受信した情報パケットには、これ以上の情報が現在通信局 STA1 で保持されていない旨の情報が記載されており、この旨を認識した通信局 STA0 は、再度受信部をストップさせ、間欠受信動作へと変遷する。

また、アクセスポイントがブロードキャスト情報を送信する際には、アクセスポイントは、今後いつブロードキャストメッセージを送信するかを決定するカウントダウンを行い、このカウント

値をビーコンにて報知している。例えば、図 27 のビーコン B1-2 の直後にプロードキャスト情報の送信を行う場合には、ビーコン B1-0 にはカウント値 2、ビーコン B1-1 にはカウント値 1、ビーコン B1-3 にはカウント値 0 が記載されており、端末局 MT は、
5 当該カウント値を参照し、カウント値がゼロになった時点で受信機を動作させることにより、毎回ビーコンを受信することなく、プロードキャスト情報を受信することが可能である。

次に、アドホックモード時の IEEE802.11 の動作について図 28 を用いて説明する。アドホックモードの IBSSにおいては、端
10 末局（通信局）MT は複数の通信局 MT 同士でネゴシエーションを行った後に自律的に IBSS を定義する。IBSS が定義されると、通信局群は、ネゴシエーションの末に、一定間隔毎に TBTT を定める。各通信局 MT は自局内のクロックを参照することにより TBTT になったことを認識すると、ランダム時間の遅延の後、ま
15 だ誰もビーコンを送信していないと認識した場合にはビーコンを送信する。図 28 では、通信局 STA0 と通信局 STA1 の 2 台の MT が IBSS を構成する場合の例を示してある。図 28 (a) は、通信局 STA1 が送受信するパケットを示してあり、図 28 (b) は、通信局 STA0 が送受信するパケットを示してあり、図 28 (c)
20 は、通信局 STA0 の受信部の動作状態（ハイレベル受信動作中、ローレベル受信停止中）を示している。この場合、ビーコンは IBSS に属する通信局 STA0 か通信局 STA1 いずれかの通信局 MT が、TBTT が訪れる毎にビーコンを送信することになる。

IBSSにおいても、通信局 MT は必要に応じて送受信部の電源を落とすスリープ状態に入ることがある。IEEE802.11においては、IBSS でスリープモードが適用されている場合には、TBTT からしばらくの時間帯が ATIM(Announcement Traffic Indication Message) ウィンドウ(Window)として定義されている。ATIM ウ

ィンドウの時間帯は、IBSS に属する全ての通信局 MT は受信部を動作させており、この時間帯であれば、基本的にはスリープモードで動作している通信局 MT も受信が可能である。

各通信局 MT は、自局が誰か宛ての情報を有している場合には、
5 この ATIM ウィンドウの時間帯においてビーコンが送信された後に、上記の誰か宛てに ATIM パケットを送信することにより、自局が上記の誰か宛ての情報を保持していることを受信側に通達する。ATIM パケットを受信した通信局 MT または、ビーコンを送信した通信局 MT は、次の TBTT まで受信部を動作させておく。

10 図 28において、まず最初の TBTT になると、STA0、STA1 の各通信局 MT はランダム時間にわたりメディア状態を監視しながらバックオフのタイマーを動作させる。図 28 の例では、通信局 STA0 のタイマーが最も早期にカウントを終了し、通信局 STA0 がビーコンを送信した場合を示している。通信局 STA0 がビーコンを送信したため、これを受信した通信局 STA1 はビーコンを送信しない。また、通信局 STA0 は、ビーコンを送信したため、次回のビーコンが送信されるまで受信部を動作させておく。

次の TBTT では、ランダムバックオフの手順により通信局 STA1 がビーコンを送信している。このとき、通信局 STA0 は、ATIM ウィンドウで定義される時間帯においては受信部を動作させるものの、この間に誰からも情報を受信しなかったため、ATIM ウィンドウの期間が過ぎると同時に受信部をストップさせ、次回の TBTT までスリープ状態へと変遷する。次回の TBTT でも、ランダムバックオフの手順により再度通信局 STA1 がビーコンを送信している。このとき、通信局 STA0 は、ATIM ウィンドウで定義される時間帯において受信機を動作させている間に通信局 STA1 より ATIM メッセージを受信したため、ATIM ウィンドウの期間が過ぎても受信部を動作させ、通信局 STA1 から送信されてくる

情報を受信する。通信局 STA1 は、ATIM メッセージに対して受信確認応答である ACK を受信したことから、通信局 STA0 が受信の認識をしている旨を確認した上で、ATIM ウィンドウが終了した時点を皮切りにランダムバックオフの手順を起動しデータパケットの送信を試みる。この後、通信局 STA1、STA0 とも、次回のビーコン送信までは受信部を動作させておく。

以上説明したような手順により、既存の無線通信システム(無線 LAN など)においては、受信すべき情報が存在しない通信局は、次の TBTT まで送受信部の電源を落とし、消費電力を削減することが可能になっている。

特開平 8-98255 号公報には、このようなビーコンを使用した無線通信処理の従来の一例についての開示がある。

このような通信制御を行う場合に、以下のようないくつかの問題が存在する。

15 ・送信側に生じるデータの滞留

図 29 に従来のシステムにおいて、パケット伝送遅延が生じている様子を示す。

なお、図 29 (a) は、通信局 STA1 の上位レイヤから送られてくるパケットであり、図 29 (b) は、通信局 STA1 の MAC 層で送受信されるパケット(ビーコンを含む)であり、図 29 (c) は、通信局 STA1 の MAC 層で送受信されるパケットであり、図 29 (d) は、通信局 STA1 で受信して上位レイヤに送られるパケットである。また、図 29 (e) は、通信局 STA1 の受信部での受信動作状態を示したものである。通信局は、一旦、受信部を 25 ストップさせると、次回のビーコン送信時刻まで受信部を動作させない。したがって、例えば図 29 に示したように、通信局 STA1 から通信局 STA0 にデータを転送する際に、通信局 STA1 の上位レイヤから定期的に情報が落とされてくるような場合、一旦、受

信部をストップさせた通信局 STA0 が次回受信部を動作させるのは、通信局 STA1 がビーコンを送信する時刻であり、この間に通信局 STA1 の上位レイヤから渡されたデータ D1 からデータ D5 は、通信局 STA1 内部にて滞留していることになる。この送信部
5 内部でのデータの滞留は、送受信部間でのアプリケーションレベルでのラウンドトリップタイム(RTT) の増大(レイテンシの増大) を招き、スライディングウインドウを用いた ARQ が行われている場合には、スループットが頭打ちになる問題が生じる。また、オーバーフローを避けるためには、送信局である通信局 STA1
10 内部にデータ滞留に耐えうるだけの大きなバッファを必要としてしまい、ハードウェア的制限が大きくなるという問題も内包している。

- 受信側に生じるアイドル受信区間の増大

次に受信側に生じるアイドル受信区間について、図 30 を用いて説明する。図 30 の (a) ~ (e) は図 29 (a) ~ (e) と同じであり、図 30 (f) は、アイドル区間を示す。

また、上記の問題を解決しようとした場合、従来では情報を受信した後も受信部を動作させておく方法が取られるが、この場合、例えば図 30 に示したように、受信部は常に動作していることになる。たしかに送信局 STA1 におけるデータの滞留は解消されるものの、受信側である通信局 STA0 においては、受信部を動作させてはいるものの実際にデータ受信を行わないアイドル区間（図 30 (f) に矢印で示す区間）が多く存在し、無駄に受信部を動作させてしまって消費電力の観点から問題が残る。

- ブロードキャスト情報のレイテンシ

また、インフラモードにおいて送受信されるブロードキャスト情報については、通信局 MT が何回かに一度しかビーコン情報を受信しなくても伝達することは可能ではあるものの、アクセスポ

イント AP が上位レイヤから渡されたデータをプロードキャストしたいなどという場合には、上位レイヤからデータを渡されてからカウントダウンが終了するまでプロードキャスト情報の送信を待たせる必要があり、実際にプロードキャスト情報が送信されるまでの遅延量が大きくなるという問題が生じている。
5

本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、無線 LAN システムなどの通信システムでの伝送時の、送信側での滞留や受信側での遅延などの問題を解決することを目的とする。

10 発明の開示

本発明は、複数の通信局で構成されるネットワーク内での通信であって、他の局から送信される信号の検出により、他局とパケットの通信タイミングが衝突しないアクセス制御を行う場合に、ネットワーク内の各通信局は、ネットワークに関する情報を記述したビーコンを送信して、そのビーコン信号の送信に前後する時間帯に受信動作を行う状態を設定するようにしたものである。
15

本発明によると、ネットワーク内の各通信局で、例えば、送受信データが存在しない場合には、最小限の送受信動作にてシステムを構成可能であり、かつ、変動する送受信データ量に従って、送受信動作状態を変遷させることにより、必要最低限の送受信動作にて、極力小さなレイテンシでのデータ転送を可能とすることができる。従って、優れた通信方法及び通信装置、並びにコンピュータプログラムを提供することができる。
20

25 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態による通信装置の配置例を示す説明図である。

図 2 は、本発明の一実施の形態による通信装置の構成例を示す

ブロック図である。

図3は、本発明の一実施の形態による通信装置の詳細な構成例を示すブロック図である。

図4は、本発明の一実施の形態によるビーコン送信間隔の一例を示す説明図である。

図5は、本発明の一実施の形態によるビーコン送信タイミングの一例を示す説明図である。

図6は、本発明の一実施の形態によるビーコン記載情報の一部を示す説明図である。

図7は、本発明の一実施の形態によるN O B I 及びN B A I 処理手順の一例を示す説明図である。

図8は、本発明の一実施の形態による送信不許可区間の定義の一例を示す説明図である。

図9は、本発明の一実施の形態による送信優先区間の例を示す説明図である。

図10は、本発明の一実施の形態によるスーパーフレームの構成例を示す説明図である。

図11は、本発明の一実施の形態による通信局での通信状態の一例を示すタイミング図である。

図12は、本発明の一実施の形態による近隣局リストの一例を示す説明図である。

図13は、本発明の一実施の形態による動作レベルの遷移の例を示す説明図である。

図14は、本発明の一実施の形態による動作レベル0の送受信手順の一例を示すタイミング図である。

図15は、本発明の一実施の形態による動作レベル1の送受信手順の一例を示すタイミング図である。

図16は、本発明の一実施の形態による動作レベル2への変遷

手順の一例を示すタイミング図である。

図 1 7 は、本発明の一実施の形態による動作レベル 2 の送受信手順の一例を示すタイミング図である。

図 1 8 は、本発明の一実施の形態による動作レベル 1 への変遷
5 手順の一例を示すタイミング図である。

図 1 9 は、本発明の一実施の形態による動作レベル 3 への変遷手順の一例を示すタイミング図である。

図 2 0 は、本発明の一実施の形態による動作レベル 2 への変遷手順の一例を示すタイミング図である。

10 図 2 1 は、本発明の一実施の形態によるブロードキャスト信号伝送状態の例を示す説明図である。

図 2 2 は、本発明の一実施の形態によるブロードキャスト信号送受信手順の一例を示す説明図である。

15 図 2 3 は、本発明の一実施の形態におけるブロードキャスト信号送受信時の近隣局リストの変遷を示す説明図である。

図 2 4 は、本発明の一実施の形態におけるビーコン信号の記載情報の一部を示す説明図である。

図 2 5 は、本発明の一実施の形態におけるアクティブルベルアップロードのトランザクションを示す説明図である。

20 図 2 6 は、本発明の一実施の形態におけるアクティブルベルダウンロードのトランザクションを示す説明図である。

図 2 7 は、従来の無線通信システムのインフラモードでの送受信状態の例を示すタイミング図である。

25 図 2 8 は、従来の無線通信システムのアドホックモードでの送受信状態の例を示すタイミング図である。

図 2 9 は、従来の無線通信システムにおけるパケット伝送遅延の例を示すタイミング図である。

図 3 0 は、従来の無線通信システムにおける受信アイドル時間

の例を示すタイミング図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施の形態を、図1～図25を参照して説明する。

5 本実施の形態において想定している通信の伝播路は無線であり、かつ単一の伝送媒体（周波数チャネルによりリンクが分離されていらない場合）を用いて、複数の機器間でネットワークを構築する場合としてある。但し、複数の周波数チャネルが伝送媒体として存在する場合であっても、同様のことがいえる。また、本実施の
10 形態で想定している通信は蓄積交換型のトラヒックであり、パケット単位で情報が転送される。

図1には、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを構成する通信装置の配置例を示している。この無線通信システムでは、特定の制御局を配置せず、各通信装置が自律分散的に動作し、い
15 わゆるアドホック・ネットワークが形成されている。同図では、通信装置#0から通信装置#6までが、同一空間上に分布している様子を表わしている。

また、同図において各通信装置の通信範囲を破線で示しており、その範囲内にある他の通信装置と互いに通信ができるのみならず、
20 自己の送信した信号が干渉する範囲として定義される。すなわち、通信装置#0は近隣にある通信装置#1、#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#1は近隣にある通信装置#0、#2、#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#2は近隣にある通信装置#0、#1、#3、#6、と通信可能な範囲にあり、通信装置#3は近隣
25 にある通信装置#2、と通信可能な範囲にあり、通信装置#4は近隣にある通信装置#0、#1、#5、と通信可能な範囲にあり、通信装置#5は近隣にある通信装置#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#6は近隣にある通信装置#2、と通信可能な範囲

にある。

ある特定の通信装置間で通信を行なう場合、通信相手となる一方の通信装置からは聞くことができるが他方の通信装置からは聞くことができない通信装置、すなわち「隠れ端末」が存在する。

5 図2は、本例のシステムに適用される通信局を構成する無線送受信機の構成例を示したブロック図である。この例では、アンテナ1がアンテナ共用器2を介して受信処理部3と送信処理部4に接続しており、受信処理部3及び送信処理部4は、ベースバンド部5に接続してある。受信処理部3での受信処理方式や、送信処
10 理部4での受信処理方式については、例えば無線LANに適用可能な、比較的近距離の通信に適した各種通信方式が適用できる。
具体的には、UWB(Ultra Wideband)方式、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex:直交周波数分割多重)方式、CDMA(Code Division Multiple Access:符号分割多元接続)方
15 式などが適用できる。

ベースバンド部5は、インターフェース部6とMAC(メディアアクセスコントロール)部7とDLC(データリンクコントロール)部8などを備えて、それぞれの処理部で、この通信システムに実装されるアクセス制御方式における各層での処理が実行さ
20 れる。

図3には、本発明の一実施形態に係る無線ネットワークにおいて通信局として動作する無線通信装置の機能構成をさらに詳細に示している。図示の無線通信装置は、制御局を配置しない自律分散型の通信環境下において、同じ無線システム内では効果的にチャネル・アクセスを行なうことにより、衝突を回避しながらネットワークを形成することができる。

図示の通り、無線通信装置100は、インターフェース101と、データ・バッファ102と、中央制御部103と、ビーコン

生成部 104 と、無線送信部 106 と、タイミング制御部 107 と、アンテナ 109 と、無線受信部 110 と、ビーコン解析部 112 と、情報記憶部 113 とで構成される。

インターフェース 101 は、この無線通信装置 100 に接続される外部機器（例えば、パーソナル・コンピュータ（図示しない）など）との間で各種情報の交換を行なう。
5

データ・バッファ 102 は、インターフェース 101 経由で接続される機器から送られてきたデータや、無線伝送路経由で受信したデータをインターフェース 101 経由で送出する前に一時的に格納しておくために使用される。
10

中央制御部 103 は、無線通信装置 100 における一連の情報送信並びに受信処理の管理と伝送路のアクセス制御を一元的に行なう。中央制御部 103 では、例えば、ビーコン衝突時における衝突回避処理などの動作制御が行なわれる。

ビーコン生成部 104 は、近隣にある無線通信装置との間で周期的に交換されるビーコン信号を生成する。無線通信装置 100 が無線ネットワークを運用するためには、自己のビーコン送信位置や周辺局からのビーコン受信位置などを規定する。これらの情報は、情報記憶部 113 に格納されるとともに、ビーコン信号の中に記載して周囲の無線通信装置に報知する。ビーコン信号の構成については後述する。無線通信装置 100 は、伝送フレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、無線通信装置 100 が利用するチャネルにおける伝送フレーム周期はビーコン間隔によって定義されることになる。
15
20

無線送信部 106 は、データ・バッファ 102 に一時格納されているデータやビーコン信号を無線送信するために、所定の変調処理を行なう。また、無線受信部 110 は、所定の時間に他の無線通信装置から送られてきた情報やビーコンなどの信号を受信処
25

理する。

無線送信部 106 及び無線受信部 110 における無線送受信方式は、例えば無線 LAN に適用可能な、比較的近距離の通信に適した各種の通信方式を適用することができる。具体的には、UWB (Ultra Wide Band) 方式、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重) 方式、CDMA (Code Division Multiple Access : 符号分割多元接続) 方式などを採用することができる。

アンテナ 109 は、他の無線通信装置宛に信号を所定の周波数チャネル上で無線送信し、あるいは他の無線通信装置から送られる信号を収集する。本実施形態では、単一のアンテナを備え、送受信をともに並行しては行なえないものとする。

タイミング制御部 107 は、無線信号を送信並びに受信するためのタイミングの制御を行なう。例えば、伝送フレーム周期の先頭における自己のビーコン送信タイミングや、他の通信装置からのビーコン受信タイミング、他の通信装置とのデータ送受信タイミング、並びにスキャン動作周期などを制御する。

ビーコン解析部 112 は、隣接局から受信できたビーコン信号を解析し、近隣の無線通信装置の存在などを解析する。例えば、隣接局のビーコンの受信タイミングや近隣ビーコン受信タイミングなどの情報は近隣装置情報として情報記憶部 113 に格納される。

情報記憶部 113 は、中央制御部 103 において実行される一連のアクセス制御動作などの実行手順命令（衝突回避処理手順などを記述したプログラム）や、受信ビーコンの解析結果から得られる近隣装置情報などを蓄えておく。

本実施形態に係る自律分散型ネットワークでは、各通信局は、

本実施形態に係る自律分散型ネットワークでは、各通信局は、所定のチャネル上で所定の時間間隔でビーコン情報を報知することにより、近隣（すなわち通信範囲内）の他の通信局に自己の存在を知らしめるとともに、ネットワーク構成を通知する。ビーコン送信周期のことを、ここではスーパーフレーム（Super Frame）と定義し、例えば 80 ミリ秒とする。

新規に参入する通信局は、スキャン動作により周辺局からのビーコン信号を聞きながら、通信範囲に突入したことを検知するとともに、ビーコンに記載されている情報を解読することによりネットワーク構成を知ることができる。そして、ビーコンの受信タイミングと緩やかに同期しながら、周辺局からビーコンが送信されていないタイミングに自局のビーコン送信タイミングを設定する。

次に、本例の通信装置を複数台用意して構成される無線ネットワークで実行される通信処理動作について説明する。

本実施の形態において想定している無線通信システムは、各通信局が、用意された伝送路を使用して、一定時間毎にビーコン信号を送信し、自局のプレゼンスを報知しているような場合を例としてある。ただし、本実施の形態で期待される効果は、伝送路を時分割でシェアする無線通信システム全般にも有効である。

図 4 に、本実施の形態の無線通信システムにおけるビーコン送信間隔の一例を示す。図 4 の例では、通信局 STA0、STA1、STA2、STA3 と 4 つの通信局が存在している場合を例にとっている。ネットワークに参画する各通信局は、通信局の存在を周辺に知らせたりする目的で、スーパーフレーム間隔で周期的にビーコンを送信する。ここでは、周期を 80 [msec] と仮定し、80 [msec] ごとにビーコンを送信する場合を用いて以下説明を行うが、80 [msec] に限定しているわけではない。

ビーコンで送信される情報が 100 Byte だとすると、送信に要する時間は 18 [usec]となる。80 [msec]に1回の送信なので、1通信局分のビーコンのメディア占有率は 1/4444 と十分小さい。ステーションに送信信号が到着していない場合でもビーコンは送
5 信するため無駄に見えるが、送信時間率で 1/4444 と十分小さいため、大きな問題とはならない。

各通信局は、周辺の通信局から送信されるビーコンを受信して確認しながら、ゆるやかに同期する。ネットワーク内に新規に通信局が表れた場合、新規通信局は周辺の通信局からビーコンが送
10 信されていないタイミングに、自局のビーコン送信タイミングを設定する。このようにまた、互いの通信局のビーコン送信時刻は、図示されているとおりオフセットされており、互いのビーコン信号が重ならないように周囲のビーコンを受信しながら、自局のビーコン送信タイミングを制御している。

15 図 5 には、スーパーフレーム内で配置可能なビーコン送信タイミングの構成例を示している。但し、同図に示す例では、80 ミリ秒からなるスーパーフレーム内における時間の経過を、円環上で時針が右回りで運針する時計のように表している。

20 図 5 に示す例では、0 から Fまでの合計 16 個の位置 0 ~ F がビーコン送信を行なうことができる時刻すなわちビーコン送信タイミングを配置可能な「スロット」として構成されている。図 2 を参照しながら説明したように、既存の通信局が設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングで新規参入局のビーコン送信タイミングを順次設定していくというアルゴリズムに従って、ビーコン配置が行なわれたものとする。B_{min}を 5 ミリ秒と規定した場合には、1 スーパーフレームにつき最大 16 個までしかビーコンを配置することができない。すなわち、16 台以上の通信局はネットワークに参入できない。

なお、図4並びに図5では明示されていないが、各々のビーコンは、各ビーコン送信時刻であるTBT(T a r g e t B e a c o n T r a n s m i s s i o n T i m e)から故意に若干の時間オフセットを持った時刻で送信されている。これを「TBT 5 Tオフセット」と呼ぶ。このようにTBTオフセットが設定されるTBTT Offset Indicator Sequence(TOIS)フィールドを定義しておく。TOISには、今回のビーコンがTBTTに比してどのくらい故意にずらして送信が行われたかを示すビーコン送信オフセット値が記されている。本実施形態では、TBTオフセット値は 10 擬似乱数にて決定される。この擬似乱数は、一意に定められる擬似ランダム系列 TOIS (T B T T O f f s e t I n d i c a t i o n S e q u e n c e)により決定され、TOISはスーパーフレーム周期毎に更新される。

TBTオフセットを設けることにより、2台の通信局がスーパーフレーム上では同じスロットにビーコン送信タイミングを配置している場合であっても、実際のビーコン送信時刻がずらすことができ、あるスーパーフレーム周期にはビーコンが衝突しても、別のスーパーフレーム周期では各通信局は互いのビーコンを聞き合う（あるいは、近隣の通信局は双方のビーコンを聞く）ことができる。 15 20 25 できるので、自局のビーコンが衝突したことを認識できる。通信局は、スーパーフレーム周期毎に設定するTOIをビーコン情報に含めて周辺局に報知する。

また、本実施形態では、各通信局は、データの送受信を行っていない場合には、自局が送信するビーコンの前後は受信動作を行なうことが義務付けられる。また、データ送受信を行なわない場合であっても、数秒(本明細書ではこの時間間隔を”T_SCAN”と定義する。)に一度は1スーパーフレームにわたり連続して受信機を動作させてスキャン動作を行ない、周辺ビーコンのプレゼンス

に変化がないか、あるいは各周辺局のTBTTがずれていなければ確認することも義務付けられる。そして、TBTTにずれを確認した場合には、自局の認識するTBTT群を基準に $-B_{min}/2$ ミリ秒以内をTBTTと規定しているものを「進んでいる」、
5 + $B_{min}/2$ ミリ秒以内をTBTTと規定しているものを「遅れている」と定義し、最も遅れているTBTTに合わせて時刻を修正する。

- NBOI フィールド

また、ビーコンで送信される情報の一つとして、Neighborin
10 g Beacon Offset Information (NBOI)フィールドの記述例を図6
に示す。NBOIには、自局が受信可能なビーコンの位置（受信時
刻）を自局のビーコンの位置（送信時刻）からの相対位置（相対
時間）でビットマップにて記載する。図6に示す例においては、
最小間隔 $B_{min}=5[msec]$ で、ビーコン送信位置が16種類しか存在
15 できない場合を例にとっており、故にNBOIフィールド長が16
ビットとなっているが、16ビットに限られるわけではない

図6の例では、図5における通信局〔番号0〕が、「通信局〔番
号1〕ならびに通信局〔番号9〕からのビーコンが受信可能である」旨を伝えるNBOIフィールドの例が示されている。受信可能
20 なビーコンの相対位置に対応するビットに関し、ビーコンが受信
されている場合にはマーク、受信されていない場合にはスペース
を割り当てる。図6の例では、0ビット目、1ビット目、ならび
に9ビット目がマークされている。0ビット目のマークは、自身
のビーコンが送信されていることを示し、1ビット目のマークは、
25 該ビーコンのTBTTから $B_{min} * 1$ 遅れたタイミングでビーコ
ンが受信されていることを示す。同様に、9ビット目のマークは、
該ビーコンのTBTTから $B_{min} * 9$ 遅れたタイミングでビーコ
ンが受信されていることを示す。

なお、詳細は後述するが、例えば、補助ビーコンを送信する場合などのこの他の目的で、ビーコンが受信されていないタイミングに対応するビットに関してマークを行ってもかまわない。

- NBAI フィールド

5 また、ここでは、NBOI フィールドと類似して、同じくビーコンで送信される情報の一つとして、*Neighboring Beacon Activity Information (NBAI)* フィールドを定義する。NBAI フィールドには、自局が実際に受信を行っているビーコンの位置（受信時刻）を自局のビーコンの位置からの相対位置でビットマップにて記載する。即ち、NBAI フィールドは、自局が受信可能なアクティブの状態にあることを示す。さらに、前記 NBOI と NBAI の二つの情報により、スーパーフレーム内のそのビーコン位置で自局がビーコンを受信する情報を提供する。即ち、ビーコンに含まれる NBOI 並びに NBAI フィールドにより、各通信局に関し、
10 下記の 2 ビット情報を報知することになる。
15

NBAI	NBOI	Δεσχριπτιον
0	0	当該時刻においてピーコンの存在が認識されていない
0	1	当該時刻においてピーコンの存在は認識している
1	0	当該時刻においてアクティブな状態になっている
1	1	当該時刻においてピーコンの受信を行なっている

・ NBOI/NBAI の OR をとる処理

図 7 には、新規に参入した通信局 A がスキャン動作により周辺局
5 から受信したビーコンから得た各ビーコンの NBOI に基づいて
自局の TBTT を設定するまでの様子を示している。

通信局は、スキャン動作によりスーパーフレーム内に 3 つの局
0 ~ 2 からのビーコンが受信できたとする。

周辺局のビーコン受信時刻を自局の正規ビーコンに対する相対
10 位置として扱い、NBOI フィールドはこれをビットマップ形式
で記述している（前述）。そこで、通信局 A では、周辺局から受信
できた 3 つのビーコンの NBOI フィールドを各ビーコンの受信
時刻に応じてシフトし、時間軸上でビットの対応位置を揃えた上
で、各タイミングの NBOI ビットの OR をとることで、NBO
15 I を統合して参照する。具体的にその手順を説明する、ビーコン
1 は、ビーコン 0 の送信タイミングを基準として 3 スロット遅れ
て受信されている。この情報を通信局はメモリなどに保持する。
そして、ビーコン 1 に含まれる NBOI フィールドの後ろ 3 スロ

ットを先頭にシフトさせ、この情報をメモリ等に保持する（図7第二段）。ビーコン2についても同様の処理を行う（図7第三段）。

周辺局のNBOIフィールドを統合して参照した結果、得られている系列が図7中“OR of NBOIs”で示されている「
5 101, 0001, 0100, 1000」である。1はスーパー
フレーム内で既にTBTTが設定されているタイミングの相対位
置を、0はTBTTが設定されていないタイミングの相対位置を
示している。この系列において、スペース(ゼロ)が最長ランレン
グスとなる場所が新規にビーコンを配置する候補となる。図7に
10 示す例では、最長ランレンズが3であり、候補が2箇所存在し
ていることになる。そして、通信局Aは、このうち15ビット目
を自局の正規ビーコンのTBTTに定めている。

通信局Aは、15ビット目の時刻を自局の正規ビーコンのTBTT（すなわち自局のスーパーフレームの先頭）として設定し、
15 ビーコンの送信を開始する。このとき、通信局Aが送信するNBOIフィールドは、ビーコン受信可能な通信局0～2のビーコン
の各受信時刻を、自局の正規ビーコンの送信時刻からの相対位置
に相当するビット位置をマークしたビットマップ形式で記載した
ものである、図7中の“NBOI for TX (1 Beac
20 on TX)”で示す通りとなる。

なお、通信局Aが優先送信権利を得るなどの目的で補助ビーコンを送信する際には、さらにこの後、周辺局のNBOIフィールドを統合した“OR of NBOIs”で示されている系列のスペース(ゼロ)の最長ランレンズを探し、探し当てたスペースの
25 箇所に補助ビーコンの送信時刻を設定する。図7に示す例では、
2つの補助ビーコンを送信する場合を想定しており、“OR of
NBOIs”的6ビット目と11ビット目のスペースの時刻に補
助ビーコンの送信タイミングを設定している。この場合、通信局

Aが送信するNBOIフィールドは、自局の正規ビーコン並びに周辺局から受信するビーコンの相対位置に加え、さらに自局が補助ビーコンの送信を行なっている箇所（正規ビーコンに対する相対位置）にもマークされ、“NBOI for TX (3 Beac
5 on TX)”で示されている通りとなる。

各通信局が上述したような処理手順で自局のビーコン送信タイミングTBTを設定してビーコンの送信を行なう場合、各通信局が静止して電波の到来範囲が変動しないという条件下では、ビーコンの衝突を回避することができる。また、送信データの優先度に応じて、補助ビーコン（又は複数のビーコンに類する信号）
10 をスーパーフレーム内で送信することにより、優先的にリソースを割り当て、QoS通信を提供することが可能である。また、周辺から受信したビーコン数（NBOIフィールド）を参照することにより、各通信局がシステムの飽和度を自律的に把握することができる
15 ので、分散制御システムでありながら、通信局毎に系の飽和度を加味しつつ優先トラヒックの収容を行なうことが可能となる。さらに、各通信局が受信ビーコンのNBOIフィールドを参照することで、ビーコン送信時刻は衝突しないように配置される
20 るので、複数の通信局が優先トラヒックを収容した場合であっても、衝突が多発するといった事態を避けることができる。

このように、通信局が、新規にネットワークに参入する際には、各通信局から受信したビーコンから得たNBOIの和をとった結果、スペースのランレンジスが最長となる区間の中心をビーコン送信タイミングとして定める。

25 上述の説明は、NBOIフィールドをORで参照する例を示したが、NBAIフィールドも同様の手順により和（OR）を参照することにより、マークされているタイミングのビーコン送信時刻においては、送信を行わないよう制御を行う。

即ち、通信局が、なんらかの情報を送信する際には、周辺通信局から送信されるビーコンを随時受信しておき、各通信局から受信したビーコンから得た NBAI フィールドの和 (OR) をとった結果、マークされているタイミングのビーコン送信時刻において
5 は、送信を行わないよう制御を行う。

図 8 に、この際の処理を示す。ここでは、NBAI フィールドが 8 ビットである場合が示されており、上述した手順で各受信ビーコンの NBAI フィールドの和 (OR) をとった結果、0 ビット目と 4 ビット目と 6 ビット目がマークされている場合を例にとっている。
10 0 ビット目は自局のビーコンのことでありとくに付加処理は行わない。4 ビット目がマークされているので、4 ビット目のビーコン送信時刻である時刻 T4 においては、自局の送信許可フラグを下げ送信を行わないようとする。また、6 ビット目に関しても同様であり、対応する時刻 T6 では、自局の送信許可フラグを下げ送信を行わないようとする。これにより、ある通信局がある通信局のビーコンを受信したい場合には、送信局はこの受信を妨げることがなくなり、信頼性の高い送受信を行うことが可能となる。

・送信優先区間 TPP

20 各通信局は、ビーコンを一定間隔で送信しているが、本例では、ビーコンを送信した後しばらくの間は、該ビーコンを送信した局に送信の優先権を与える。ビーコン送信局に優先送信権が与えられる様子を図 9 に示す。図 9 では、この送信優先区間として 480[usec] が与えられる場合の例を示している。この優先区間を
25 Transmission PrioritizedPeriod(TPP) と定義する。TPP は、ビーコン送信直後に開始し、TBTT から T_TGP 経過した時刻に終了する。各通信局はスーパーフレームごとにビーコンを送信するため、基本的には各通信局に対して、同時間率の TPP が配布される

形となる。一の通信局の TPP が満了すると、他の通信局がビーコンを送信するまでの間が Fairly Access Period (FAP) となる。**Fairly Access Period(FAP)** では、通常の CSMA/CA 方式(若しくは、後述する PSMA/CA 方式)による公平なメディア獲得競合が行なわれる。

図 10 はスーパーフレームの構成を示している。同図に示すように各通信局からのビーコンの送信に続いて、そのビーコンを送信した通信局の TPP が割り当てられ、TPP の長さ分だけ時間が経過すると FAP になり、次の通信局からのビーコンの送信で FAP が終わる。なお、ここではビーコンの送信直後から TPP が開始する例を示したが、これには限定されるものではなく、例えば、ビーコンの送信時刻から相対位置(時刻)で TPP の開始時刻を設定してもかまわない。また、TPP は、TBTT から 480 [μsec] といった形で定義される場合もある。また、図 9 に示す通り、TPP の領域は、TBTT を基準にした期間 T_TPP を持って満了するため、TBTT オフセットによりビーコンの送信時刻が遅れた場合には、TPP の領域は削減されることになる。

典型的な通信局の送受信手順について図 11 を用いて説明する。図 11 では、通信局 STA0 と通信局 STA1 に関する説明が、通信局 STA0 から通信局 STA1 に対して送信を行う場合を例にとって、なされている。各通信局は、毎回、他局のビーコン信号を受信しているとは限らない。上位レイヤからの指示などにより、受信頻度を落としている場合もある。図 11 (a) が通信局 STA0 と通信局 STA1 の間で送受信されるパケットのシーケンス図を示し、図 11 (b) が通信局 STA0 の送信部の状態、図 11 (c) が通信局 STA0 の受信部の状態を示している。であり、送受信部の状態は、ハイレベルがアクティブ状態(受信又は送信を試みている状態)であり、ローレベルがスリープ状態を示している。

まず、通信局 STA0 はメディアがクリアなことを確認した後にビーコンを送信する。このビーコン中の TIM と(あるいは)PAGEにおいて、通信局 STA1 が呼び出されているものとする。該ビーコンを受信した通信局 STA1 は、ページング情報に対するレスポンスを行う(0)。このレスポンスは通信局 STA0 の TPP 中に相当するため、優先権を得ているため SIFS 間隔で送信される。以降、TPP 内での通信局 STA1 と通信局 STA0 の間の送受信は優先権を得ているため SIFS 間隔で送信される。レスポンスを受信した通信局 STA0 は、通信局 STA1 が受信可能状態にあることを確認すると、通信局 STA1 宛てのパケットを送信する(1)。さらに図 18 では、通信局 STA1 宛てのパケットが存在するのでもう一つパケットを送信している(2)。2つ分のパケットを受信した通信局 STA1 は、これらが正常に受信されたことを確認した上で、ACK を送信する(3)。その後、通信局 STA0 は最後のパケットを送信する(4)。ところが、先の ACK を受信した間に通信局 STA0 の TPP が終了し、(4) の送信時は FAP に突入している。FAP においては、送信優先権がないため(4) のパケットに関しては LIFS+ バックオフの間隔で送信を行う。通信局 STA1 は(4) のパケットに対応する ACK を送信する(5)。

最後の送信が行われてからしばらくの間をリッスンウィンドウ(Listen Window)と定義し、各通信局は受信機を動作させることを義務付ける。図 11 にもこの様子が示されている。リッスンピリオド内で受信パケットが存在しない場合、通信局はスリープ状態へと状態を変更し、送受信機をストップさせ消費電力の削減を試みる。各端末のパワーセーブ動作についての詳細を次に説明する。

- ・動作レベル(Activity Level)の定義

データの送受信が行われない場合には、自動的にパワーセーブが

行われ、データの送受信を行う場合には、相応の処理手順が動作する。送受信データの有無により、MAC レイヤの間欠動作率は変動する。

図 1 3 は、本実施の形態で設定される各通信端末の動作レベル (Activity Level) の定義ならびに遷移を示す図である。ここでは、動作率などに基づき、動作レベル 0 から動作レベル 3 までの 4 段階が定義される。各動作レベルの詳細の送受信手順に関しては後述するが、ここでは、簡単に各動作レベルの説明を行う。

動作レベル 0 は、他局との間で情報や信号を送受信していない状態に相当する。ビーコンの送信とビーコン送信タイミング近辺で受信機を動作させているだけの状態である。この状態にて、上位レイヤから送信すべきデータが発生した場合あるいは他局から呼び出された場合には、動作レベル 1 へと変遷する。

動作レベル 1 では、特定局（あるいは近隣の全ての通信局）との間で最低限の帯域で送受信を行う状態に相当する。ビーコンの送受信に関しては互いに送受信処理を行い、これに起因してデータなどが送受信される状態である。送受信すべきデータ量が動作レベル 1 でハンドルするには多量になったと判断される場合には、動作レベル 2 へと変遷する。

動作レベル 2 では、スーパーフレーム毎に送信されるビーコンの送信時刻の合間に離散的に送信トリガを生成し、送信トリガがかかった時点においてもデータの送受信を行う状態である。送受信すべきデータ量が動作レベル 2 でハンドルするには多量になってきたと判断される場合には、動作レベル 3 へと変遷する。

動作レベル 3 では、全時間帯において、データの送受信を行う状態に相当する。送信局ならび受信局は、連続的に送受信動作を行い、送信側で送信すべきデータが発生すると直ちに送信手順を起動する。

各動作レベルにおいて、送信すべきデータ量が少量になってきたと判断される時間が十分長くなつたと判断される場合（例えばタイマーで管理）には、一つ下の動作レベルへと変遷する。

- ・近隣局リスト（Neighbor List）

5 図12は、本実施の形態における近隣局リストの一部を示す図である。

各通信局は、隣接局情報を局単位で保持しており、この情報を近隣局リストという形で管理している。近隣局リストには、局単位で、ビーコンの送信タイミングや自局との間の伝播路の状態などが格納されている。

本実施の形態においては、この近隣局リストにおいて、把握している各隣接局の動作レベルを送信ならび受信に分けて管理する。図12では、図4における通信局STA0（図12の左側）と通信局STA1（図12の右側）における近隣局リストの例が示されている。通信局STA0の近隣局リストにおいては、通信局STA0がビーコンを受信可能な通信局STA1、STA2、STA3の3局分がレコードとして登録されており、各局に対する送信時に参照する動作レベルと受信時に参照する動作レベルが記載されている。ここで示した例においては、通信局STA0、STA1とも全局に対して送信ならび受信とも動作レベル0（図中ではACT-0にて表記）である場合が記載されている。

- ・動作レベル0時の動作

図14は、動作レベル0の場合の送受信手順を示す図である。

図では、通信局STA0と通信局STA1に関しての説明を行っている。図14(a)は、通信局STA0での受信動作状態であり、図14(b)は、通信局STA0での送信状態であり、図14(c)は、通信局STA1での送信状態であり、図14(d)は、通信局STA1での受信動作状態である。受信動作状態については、ハイ

レベルが受信動作中を示し、ローレベルが受信動作停止中を示す（図 1・5 以降の図における受信動作状態も同じ）。以降、同様の図を用いて説明を行っていく。

動作レベル 0 では、各通信局は、自局のビーコン送信時刻に先立ちメディアがクリアであるか否かを判断するために受信部を動作させ、クリアであればビーコン送信時刻にビーコンを送信し、その後、上述したリッスンウィンドウ(Listen Window) と呼ばれる時間帯にわたり受信部を動作させ、自局宛てのデータが受信されなければ、次回のビーコン送信まで送受信部をストップさせている。即ち、動作レベル 0 は、必要最低限の送受信処理を行う状態であり、最大限の低消費電力動作をするモードである。動作レベル 0 においては、下記の動作を行うことになる。

- スーパーフレーム周期(T_SF)ごとのビーコンの送信動作
- ビーコン送信後 Listen Window 間の受信動作
- T_SCAN ごとにスーパーフレーム周期(T_SF)にわたって行われるスキャン動作

動作レベル 0 においては、データ送受信に要する Latency は最大片道でスーパーフレーム周期 T_SF[msec]となる。この動作モードでは、他局のビーコンを受信しないため、ハードウェア部分における低消費電力動作を実現する。

通信局 STA0 における近隣局リストの通信局 STA1 に関する受信動作レベルが図 1・4 の最上段（図 1・4（a）の上側）に示されており、これが図 1・2 における通信局 STA0 の近隣局リストの(A)(2)項目に対応する。通信局 STA0 における近隣局リストの通信局 STA1 に関する送信動作レベルが、受信動作レベルの直ぐ下に示されており、これが図 1・2 における通信局 STA0 の近隣局リストの(A)(1)項目に対応する。

また、通信局 STA1 における近隣局リストの通信局 STA0 に関する

る受信動作レベルが、図 14 (d) の受信状態の直ぐ下に示されており、これが図 12 における通信局 STA1 の近隣局リストの (A)(2)項目に対応する。通信局 STA1 における近隣局リストの通信局 STA0 に関する送信動作レベルが、図 14 の最下段に示され 5 ており、これが図 12 における通信局 STA1 の近隣局リストの (A)(1)項目に対応する。以降の説明でも同様の対応関係になっていることを前提として話を進める。即ち、図 12 の近隣局リストの中身は、図 14 で示した各端末の動作レベルを表記していることになる。

10 上記の動作レベル 0 の送受信処理の過程で、送信あるいは受信すべきデータが存在する場合には、動作レベル 1 へと変遷する。
・ 動作レベル 1 時の動作

図 15 は、動作レベル 1 の場合の送受信手順を示す図である。動作レベル 1 では、動作レベル 0 の動作に加え、周辺局のビーコンを受信する状態であり、周辺局数に応じて消費電力が変動する。15 動作レベル 1 においては、下記の動作を行う。

・ スーパーフレーム周期 (T_SF) ごとのビーコン送信動作
・ ビーコン送信後 Listen Window 間の受信処理動作
・ 自局が認識している周辺局のビーコンの受信処理動作
20 ・ T_SCAN ごとにスーパーフレーム周期 (T_SF) にわたって行われるスキャン動作

図 15 (a) は、通信局 STA0 での受信動作状態であり、図 15 (b) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、図 15 (c) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、図 25 15 (d) は、通信局 STA1 での受信動作状態である。また、図 15 (a) の上側に、通信局 STA0 での受信 (Rx) 動作レベル及び送信 (Tx) 動作レベルを、図 15 (d) の下側に、通信局 STA1 での受信 (Rx) 動作レベル及び送信 (Tx) 動作レベル

を示してある。図 15 では、通信局 STA0 からの送信要求に応じて動作レベル 0 から動作レベル 1 に変遷し、その後、動作レベル 0 に戻る場合を例にとっている。

通信局 STA0、STA1 ともはじめは送信ならび受信の動作レベル 5 は 0 であるが、通信局 STA0 において通信局 STA1 に送信すべきデータ D0 が発生すると、この時点で、通信局 STA0 の通信局 STA1 に関する受信動作レベルがレベル 1 へと変遷し、通信局 STA1 のビーコン(B1-3)送信時刻で通信局 STA1 のビーコンを受信する。

このビーコン受信をトリガに通信局 STA1 に対して送信要求がある旨のページング情報を送信すると、通信局 STA1 は、「STA1 が 10 自局宛てに送信する情報を有している」旨を認識し、通信局 STA0 に関する動作レベルを送信／受信ともどもレベル 1 へと変更する。さらに、通信局 STA1 は、上記ページング情報を了解した旨の ACK を通信局 STA0 に返送し、これを受信した通信局 STA0 は、通信 15 局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル 1 へと変更する。

その後、通信局 STA0 のビーコン送信時刻になると、通信局 STA0 は、近隣局リストにおいて通信局 STA1 に関する送信動作 20 レベルがレベル 1 になっていることを確認した上で、ビーコン(B0-4)にて通信局 STA1 を呼び出す。通信局 STA1 は、通信局 STA0 に関する受信動作レベルがレベル 1 になっているため、このビーコンを受信しており、この呼出しに応答する ACK を返送する。この呼出しと応答が RTS/CTS 手順の RTS と CTS に相当する役割を担い、その後に通信局 STA0 から通信局 STA1 に送信すべく 25 データ D0 が送信される。その後、通信局 STA1 は ACK を返送する。通信

局 STA0、STA1 ともその後、リッスンウィンドウ(LW)にわたり受信部を動作させるが、受信データがないため、その後受信部をストップさせる。

動作レベル 1 では、上記の手順により、基本的には、データ送信側のビーコン送信を皮切りにデータの送受信が行われる。なお、送信データが小さい場合には、通信局 STA0 は、通信局 STA1 が送信するビーコン(B1-3)の直後に当該データを送信することもで
5 きる。

また、ここでは、STA0 と STA1 の 2 局が存在する例を説明しているが、さらに多くの局が周辺に存在する場合、いずれかの局に対する送信動作レベルが 1 となった局（すなわちデータをいずれかの局に送信する局）は、送信ならび受信動作レベルが 0 に設定されている局のビーコン受信を行う場合もある。
10

図 15 の例では、さらにその後、動作レベル 0 へと変遷する過程が示されている。先のデータ D0 が送受信された後、通信局 STA1 は自局のビーコン送信タイミングでビーコン(B1-5)を送信する。通信局 STA0 はこのビーコンを受信しているが何も起こらない。さらに、その後、通信局 STA0 は自局のビーコン送信タイミングでビーコン(B0-6)を送信する。通信局 STA1 はこのビーコンを受信しているが、何も送信されてこない。そこで、通信局 STA1 は、通信局 STA0 に関する動作レベルを 0 に変更させることを決定する。その後、通信局 STA1 は自局のビーコン送信タイミングで送信するビーコン(B1-7)あるいはその直後に送信するデータ（図示せず）において、「STA1 は STA0 に関する送受信動作レベルをレベル 0 へと変更する」旨を通達し、通達どおりに動作レベルをレベル 0 へと変更する。これを受信した通信局 STA0 は、通信局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル 0 へと変更する。
15
20
25

さらに、その後、通信局 STA0 は自局のビーコン送信タイミングで送信するビーコン(B0-8)において、「STA0 は STA1 に関する受信動作レベルをレベル 0 へと変更する」旨を報知し、動作レベルをレベル 0 へと変更する。

上述した例においては、通信局 STA1 は、ビーコン(B0-6)に付帯してデータが送信されてこなかったことを理由に動作レベルをレベル0へと変更したが、複数ビーコンを連続して受信したもののデータが送信されてこなかったことを理由に変更する場合もある。

また、トラヒックの送受がない時間を監視するタイマーを保持しておき、このタイマーが満了することをトリガに動作レベルを下げるてもよい。このとき、Tx. Active Level を下げるタイマーと Rx. Active Level を下げるタイマーを別に設定する必要があり、Tx. Active Level を下げるタイマーに設定する時間を Rx. Active Level を下げるタイマーよりも短く設定しておくことによりマージンをもたせ、「送信したものの受信機が受信していない」という無駄なトラヒックの発生を抑えることができる。

また、上述した例においては、動作レベルを下げる旨を通達する手順をふんだが、これを省略する場合もある。この場合、受信側の STA1 は N ビーコン周期にわたり STA0 からデータを受信しなかった場合に自動的に変更し、送信側の STA0 は N - 1 ビーコン周期にわたり STA1 からデータの ACK (確認応答) を受信しなかった場合に自動的に変更するといった処理が行われる。送信側の設定ビーコン周期を短くしておくことで無駄な処理を省くことができる。

このほか、「データの送受信が許容値を超えて離散的にしか行われていないこと」を理由に動作レベルをレベル0へと変更する場合もある。

また、上記の例においては、受信側である通信局 STA1 が「動作レベルをレベル1からレベル0へと変更する」旨を決定したが、送信側である通信局 STA0 が決定し、受信側がこれに追従する場合もある。この場合の手順は、上記で説明した手順と類似するた

め、ここでは特に説明は行わない。

動作レベル 1においては、データ送受信に要する Latency は最大片道でスーパーフレーム周期 $T_{SF}[\text{msec}]$ である。動作レベル 1は、シグナリングがたまにやりとりされているがトラヒックは
5 通っていないような状態を想定している。

動作レベル 1 の送受信処理の過程で、送信あるいは受信すべきデータが定常的に存在することを認識した場合には、動作レベル 2へと変遷する。送信あるいは受信すべきデータが定常的に存在するかどうかの判断は、例えば、送信バッファにたまつたパケット数が所定の閾値を超えたかどうかを監視することにより行なう。
10

- ・動作レベル 1 から動作レベル 2への変遷

動作レベル 2では、動作レベル 1の動作に加え、定期的に送受信機を動作させる状態であり、データを送受信しながらも間欠送受信による低消費電力動作をするモードである。

15 動作レベル 2においては、下記の動作を行う。

- ・スーパーフレーム周期 T_{SF} ごとのビーコン送信動作
- ・ビーコン送信後 Listen Window 間の受信処理動作
- ・自局が認識している周辺局のビーコンの受信処理動作
- ・指定した(または指定された)時刻における受信処理動作(必要
20 に応じて送信処理動作も行なう)
 - ・ T_{SCAN} ごとのスーパーフレーム周期 T_{SF} にわたって行われるスキャン動作

図 1 6 は、動作レベル 1 から動作レベル 2への変遷を示す図である。図 1 6 (a) は、通信局 STA0 での受信動作状態であり、
25 図 1 6 (b) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、
図 1 6 (c) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、
図 1 6 (d) は、通信局 STA1 での受信動作状態である。また、
図 1 6 (a) の上側に、通信局 STA0 での受信 (Rx) 動作レベ

ル及び送信（Tx）動作レベルを、図16（d）の下側に、通信局STA1での受信（Rx）動作レベル及び送信（Tx）動作レベルを示してある。図16では、通信局STA0からの送信要求に応じて変遷する場合を例にとっている。

5 図16の初期状態では、通信局STA0、STA1とも互いに関する送受信レベルはレベル1となっている状態でデータの送受信が行われており、通信局STA0のビーコン(B0-10)の送信を皮切りに、通信局STA0に到達している通信局STA1への送信データD0が送信される。その後、再度通信局STA0のビーコン送信タイミングが訪れる前に、通信局STA0では、通信局STA1への送信データD1ならびD2が到達する。このとき、通信局STA0は通信局STA1宛ての送信データが許容値を超えて滞留したと判断し、送信動作レベルをレベル2へと変更することを決定する。

通信局STA0は、通信局STA0のビーコン送信タイミングでビーコン(B0-12)を送信すると、ビーコンで通信局STA1を呼び出しつつ動作レベルを2へと変更したい旨を通達する。これを受信した通信局STA1は、通達どおり通信局STA0に関する受信動作レベルをレベル2へと変更し、確認応答のACKを返送する。これを受信した通信局STA0は、通信局STA1の受信動作レベルが2に変更されたことを確認し、送信動作レベルを2へと変更する。さらに、ビーコン(B0-12)を皮切りに、先に滞留していた送信データD1ならびD2を送信し応答を得ると、通信局STA0ならび通信局STA1ともリップスンウィンドウ(LW)だけ受信部を動作させるが、データが受信されてこないため受信部をストップさせる。その後、通信局STA0は送信動作レベル2になっていることから、通信局STA0の送信動作レベル2が規定する時刻に送受信機を動作させ、所定の手続きをとった後に、この間に滞留したデータD3の送信を試みる。一方、通信局STA1は、通信局STA0の動作レ

ベル 2 に同期している状態であり、同様に通信局 STA0 の送信動作レベル 2 が規定する時刻に受信機を動作させ、送信されてきたデータ D3 を受信し、ACK を返送する。

また、上記の例においては、送信側である通信局 STA0 が、

5 「STA1 宛ての送信データが許容値を超えて滞留したと判断したこと」に起因して動作レベルをレベル 2 に変遷させることを決定したが、このほか、「送信すべくデータを自局のビーコン送信直後に開始したとして、ある時間内に送信しきれないと判断したこと」に起因する場合や、「動作レベル 1 の範疇で行った受信局の呼出し
10 に対する応答が受けられなかつたこと」に起因する場合などがある。

・動作レベル 2 時の動作

図 17 は、動作レベル 2 の場合の送受信手順を示す図である。

図 17 (a) は、通信局 STA0 での受信動作状態であり、図 17
15 (b) は、通信局 STA0 での送信トリガ信号の生成状態を示し、
図 17 (c) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、
図 17 (d) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、
図 17 (e) は、通信局 STA1 での受信動作状態である。
また、図 8 (a) の上側に、通信局 STA0 での受信 (Rx) 動作
20 レベル及び送信 (Tx) 動作レベルを、図 17 (e) の下側に、
通信局 STA1 での受信 (Rx) 動作レベル及び送信 (Tx) 動作
レベルを示してある。図 17 では、通信局 STA0 から通信局 STA1
にデータが送信される場合の例を示しており、ビーコン間に発生
する送信トリガが 2 回発生する場合を例にとっている。

25 動作レベル 2 では、送信側のビーコン送信タイミングからの相
対時刻で規定される時刻に送信トリガが発生し、データの送信は、
ビーコンの送信に加えこの送信トリガの発生を皮切りに行われる。
送信トリガがいつ発生するかについては後述することとして、ま

ずは、動作レベル 2 の際に行われるデータ送受信の手順を説明する。

図 17 の初期状態では、すでに送受両側の動作レベルがレベル 2 となっている場合を想定している。送信局である通信局 STA0 は、ビーコン(B0-14) の送信をトリガに、これまでに滞留した送信データである D4 ならび D5 を送信する。D5 を送信し終えた時点では、これ以上の送信データの滞留がないため、一旦送信を打ち切り、通信局 STA0、STA1 ともリッシュウィンドウ(LW)の期間受信部を動作させた後に受信部をストップさせる。なお、図示されてはいないが、このリッシュウィンドウ(LW)の期間に新たな送信データが与えられた場合は、直ちにデータを送信する。

その後、新たに送信データ D6 が通信局 STA0 に与えられるが、一旦送受信を打ち切っているため、通信局 STA0 はこのデータを保持しておく。この間、通信局 STA0 ならび通信局 STA1 とも自局内に具備するタイマーにより、先の通信局 STA0 のビーコン(B0-14) 送信時刻からの経過時間を監視しており、予め定められた時間 T- AL2 (1) [usec] が経過すると送信トリガを発生させる。通信局 STA0 は、この送信トリガの発生を皮切りに通信局 STA1 宛てに滞留したデータの送信を試みる。一方、通信局 STA1 も同様に先のビーコン(B0-14) 送信時刻から T- AL2(1)[usec] が経過すると受信機を動作させ、通信局 STA0 からの送信に備える。

これにより、通信局 STA0 に滞留したデータ D6 と D7 が該送信トリガを皮切りに送受信される。通信局 STA0 ならび通信局 STA1 は、データ D7 を送受信し終えると、これ以上の送信データの滞留がないため、一旦送信を打ち切り、通信局 STA0、STA1 ともリッシュウィンドウ(LW)の期間受信部を動作させた後に受信部をストップさせる。その後、新規データ D8 が通信局 STA0 に与えられるが、一旦送受信を打ち切っているため、通信局 STA0 はこ

のデータを保持しておく。この間も、通信局 STA0 ならび STA1 とも自局内に具備するタイマーにより、先の通信局 STA0 のビーコン(B0-14) 送信時刻からの経過時間を監視しており、先に発生した送信トリガから予め定められた時間 T- AL2 (2) [usec] が
5 経過すると新たな送信トリガを発生させる。通信局 STA0 と通信局 STA1 は、この送信トリガの発生を皮切りに再度、上記の手順にしたがいデータの送受信を行う。

以降、同様の処理を、次回の通信局 STA0 の送信ビーコン(B0-16) が発生するまで繰り返す。

10 • 動作レベル2におけるT-AL2(i)の設定例

動作レベル2を定義する目的は、ビーコン間隔であるT_SFを補完し、より短いレイテンシを提供しつつ、とはいえたる若干のレイテンシは許容してもらいながら間欠動作も併用し、消費電力を削減することにある。かつ、この送信トリガ発生時刻は、他局の送
15 信パケットとの衝突を避け、MAC レベルでのパフォーマンスを向上させる目的から、通信局毎に互いに重ならないことが望ましい。

特にネットワークに収容されている通信局数が少ない場合に、上記の事項を極力満足させることを念頭におき、動作レベル2においては、送信局は、自局のビーコン送信時刻あるいはTBTTのようなビーコン送信時刻を決定する基準時刻を基準に、T_AL2_i 每に送信動作を開始できるように送信トリガを発生する。T_AL2_i (i=1,2,...)は、下記の式で与える。

$$T_AL2_i =$$

$$\begin{aligned} 25 \quad & (N\ AL2\ STEP + AL2\ TBL[i]) * T\ Bmin \\ & + N\ AL2\ TRX\ STT\ OFFSET \\ & + N\ AL2\ TRX\ STT\ OFFSET\ STEP\ * i \end{aligned}$$

ただし、

AL2 TBL[i] = [0, -1, 0, 0, 0, 1]

である。

例えば、T_SF=40 msec, T_Bmin=625[usec], N_AL2_STEP=9, N_AL2_TRX_STT_OFFSET=180[usec], N_AL2_TRX_STT_OFFSET 5 STEP=10.0[usec]において、上記の動作を行うと、各送信トリガ時刻 T_AL2[i]は、

T_AL2[0] = TBTT

T_AL2[1] = TBTT + 5.625[msec]+190[usec]

T_AL2[2] = TBTT+10.625[msec]+200[usec]

10 T_AL2[3] = TBTT+16.250[msec]+210[usec]

T_AL2[4] = TBTT+21.875[msec]+220[usec]

T_AL2[5] = TBTT+27.500[msec]+230[usec]

T_AL2[6] = TBTT+33.750[msec]+240[usec]

と設定され、およそ 6.25[msec]おきに送信可能時刻が出現する。

15 例えば、MAX WIN SIZE=64kByte の TCP 経由で、FTP などのバルク転送を行う場合、往復のレイテンシはワースト値で 12.5[msec]となり、TCP のフロー制御に起因するスループットの限界は 40.96[Mbps] となる。送受信に要するプロセシング遅延を 1.0[msec] と見込んでも 35.31[Mbps] までは提供可能となる。

20 また、上記の T_AL2[*]の設定にすると、T_AL2[*]のマクロ的な衝突は、TBTT が 0 から 63 まで T_Bmin おきに存在する場合、TBTT=0 の通信局と衝突するものについてピックアップすると、

TBTT=8, 56 × 1 回

TBTT=20, 28, 36, 44 × 1 回

25 TBTT=10, 18, 26, 38, 46, 54 × 2 回

TBTT=17, 19, 27, 29, 35, 37, 45, 47 × 2 回

TBTT=9, 55 × 4 回

となる。

通信局数が 4 までであれば、T AL2[*]の衝突は発生せず、通信局数が 8 までだと、2 局と 1 回づつ衝突し、それ以上だと順次衝突の可能性が増えていく感じとなる。受信局は、指示された T AL2[i]において受信ならび送信が可能な状態になっているが、何 5 も送信されてこない場合には、T LW の間受信機を動作させた後に再びアイドル状態へと変遷する。また、受信ノードは、指示された T AL2[i]において受信当該ノード宛てへの情報が送信されてこないことを認識した場合には、T AL2[i]のうちいずれかの時刻のみで受信作業を行う旨の通告を送信元通信局に対して行った後 10 に、アクティブ状態の時間率を下げるまでもかまわない。

また、上述した例においては、動作レベル 2 として 6 つの送信トリガ時刻を定義したが、本発明はこれに限定されるものではない。

さらに、動作レベル 2 を複数段階定義し、動作レベル 2 - 1 では 15 3 つの送信トリガ時刻を生成し、動作レベル 2 - 2 では 6 つの送信トリガ時刻を生成するような処理も本発明から想像できる範囲内である。

・動作レベル 2 から動作レベル 1 への変遷

図 18 は、動作レベル 2 から動作レベル 1 への変遷を示す図である。図 18 (a) は、通信局 STA0 での受信動作状態であり、図 18 (b) は、通信局 STA0 での送信トリガ信号の生成状態を示し、図 18 (c) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、図 18 (d) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、図 18 (e) は、通信局 STA1 での受信動作状態である。また、図 18 (a) の上側に、通信局 STA0 での受信 (R x) 動作レベル及び送信 (T x) 動作レベルを、図 18 (e) の下側に、通信局 STA1 での受信 (R x) 動作レベル及び送信 (T x) 動作レベルを示してある。図 18 では、通信局 STA1 からの要求

に応じて変遷する場合を例にとっている。

図18の初期状態では、通信局 STA0、STA1 とも互いに関する送受信レベルはレベル2となっている状態でデータの送受信が行われており、通信局 STA0 のビーコンあるいは送信トリガの発生⁵を送信を皮切りに、通信局 STA0 から STA1 へデータの送受信が行われている。

図では、まず、通信局 STA0 がビーコン(B0-16)を送信し、これを皮切りに通信局 STA0 に滞留している送信データ D10 ならび D11 が送受される。その後、リッスンウィンドウ(LW)にわたり受¹⁰信部を動作させ、一旦送受信を打ち切る。その後、先のビーコン(B0-16)の送信時刻から T- AL2(1)[usec] が経過し、送信トリガが発生する。この近辺で、通信局 STA0、STA1 とも受信部を動作させるが、通信局 STA0 において滞留している送信データが存在しないため何も送受信は行われず、送信トリガ発生からリッスン¹⁵ウィンドウ(LW)経過すると再度受信部をストップさせる。さらにこの送信トリガ発生から T- AL2(2)[usec] が経過し、再度送信トリガが発生し、通信局 STA0 と STA1 は同様の動作を行うが、データは送受信されない。

さらにその後、通信局 STA0 はビーコン(B0-18)を送信するが、²⁰やはりデータは送受信されない。この時点で、通信局 STA1 は、1 ビーコン送信周期にわたり送信データが存在しなかったことを理由に、通信局 STA0 に関する受信動作レベルをレベル1に変更することを決定する。その後、通信局 STA1 は、自局のビーコン送信タイミングで送信するビーコン(B1-19)あるいはその直後に²⁵送信するデータ(図示せず)において、「STA1 は STA0 に関する送受信動作レベルをレベル1へと変更する」旨を通達し、通達どおりに動作レベルをレベル1へと変更する。これを受信した通信局 STA0 は、通信局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル1へ

と変更する。

上記の例においては、通信局 STA1 は、「1 ビーコン送信周期にわたりデータが存在しなかったこと」を理由に動作レベルをレベル 1 へと変更したが、「複数周期にわたりデータが存在しなかったこと」を理由に変更する場合もある。
5

また、上述した例においては、動作レベルを下げる旨を通達する手順をふんだが、これを省略する場合もある。この場合、受信側の STA1 は N ビーコン周期にわたり STA0 からデータを受信しなかった場合に自動的に変更し、送信側の STA0 は N - 1 ビーコン
10 周期にわたり STA1 からデータの ACK (確認応答) を受信しなかった場合に自動的に変更するといった処理が行われる。送信側の設定ビーコン周期を短くしておくことで無駄な処理を省くことができる。

また、上記の例においては、受信側である通信局 STA1 が「動作
15 レベルをレベル 2 からレベル 1 へと変更する」旨を決定したが、送信側である通信局 STA0 が決定し、受信側がこれに追従する場合もある。この場合の手順は、上記で説明した手順と類似するため、ここでは特に説明は行わない。

・動作レベル 2 から動作レベル 3 への変遷
20 動作レベル 3 では、動作レベル 1 の動作に加え、アイドルの時間帯においても定常的に受信動作を行う状態であり、連続的に他の通信局が送信するキャリア（若しくはプリアンブル）の検出動作を行う。消費電力の低減効果は小さいが、提供可能な限りの広い帯域と短い Latency を提供するモードである。

25 動作レベル 3 においては、下記の動作を行う。

- ・ スーパーフレーム周期 T_SF ごとのビーコン送信動作
- ・ ビーコン送信後 Listen Window 間の受信処理動作
- ・ 連続的な受信処理動作

図19は、動作レベル2から動作レベル3への変遷を示す図である。図19(a)は、通信局STA0での受信動作状態であり、図19(b)は、通信局STA0での送信トリガ信号の生成状態を示し、図19(c)は、通信局STA0でのパケットの送受信状態であり、図19(d)は、通信局STA1でのパケットの送受信状態であり、図19(e)は、通信局STA1での受信動作状態である。また、図19(a)の上側に、通信局STA0での受信(Rx)動作レベル及び送信(Tx)動作レベルを、図19(e)の下側に、通信局STA1での受信(Rx)動作レベル及び送信(Tx)動作レベルを示してある。図19では、通信局STA0からの送信要求に応じて変遷する場合を例にとっている。

図19の初期状態では、通信局STA0、STA1とも互いに関する送受信レベルはレベル2となっている状態でデータの送受信が行われており、送信トリガの発生を皮切りに、通信局STA0に滞留している通信局STA1への送信データD8、D9、D10が送信される。その後、リッスンウィンドウ(LW)にわたり受信部を動作させるが、新規送信データが発生しないため、一旦送受信を打ち切る。しかし、次回の送信機会である通信局STA0のビーコン(B0-20)送信の時刻に先立ち、通信局STA0では、通信局STA1への送信データD11ならびD12が到達する。このとき、通信局STA0は通信局STA1宛ての送信データが許容値を超えて滞留したと判断し、送信動作レベルをレベル3へと変更することを決定する。

通信局STA0は、通信局STA0のビーコン送信タイミングでビーコン(B0-20)を送信すると、ビーコンで通信局STA1を呼び出しつつ動作レベルをレベル3へと変更したい旨を通達する。これを受信した通信局STA1は、通達どおり受信動作レベルをレベル3へと変更し、確認応答のACKを返送する。これを受信した通信局STA0は、通信局STA1の受信動作レベルが3に変更された

ことを確認し、通信局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル 3 へと変更する。さらに、ビーコン(B0-20) 送信を皮切りに、滞留していた送信データ D11 以降を順次送信し、通信局 STA1 はこれを順次受信する。

5 動作レベル 3 においては、送信側に新規の送信データが到着すると直ちに送信手順を起動し、できるだけ早期に送信データの配達につとめる。一方、受信側は、常に受信部を動作させ、いつ送信されてくるともわからない自局宛てのデータ受信に備える。

上記の例においては、送信側である通信局 STA0 が、「STA1 宛ての送信データが許容値を超えて滞留したと判断したこと」に起因して動作レベルをレベル 2 に変遷させることを決定したが、このほか、「滞留している送信データを送信トリガから送信し始めたとして、ある時間内に送信しきれないと判断したこと」に起因する場合や、「動作レベル 2 の範疇で行った受信局の呼出しに対する応答が受けられなかったこと」に起因する場合などがある。

- ・動作レベル 3 から動作レベル 2 への変遷

図 20 は、動作レベル 3 から動作レベル 2 への変遷を示す図である。図 20 (a) は、通信局 STA0 での受信動作状態であり、図 20 (b) は、通信局 STA0 での送信トリガ信号の生成状態を示し、図 20 (c) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、図 20 (d) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、図 20 (e) は、通信局 STA1 での受信動作状態である。また、図 20 (a) の上側に、通信局 STA0 での受信 (Rx) 動作レベル及び送信 (Tx) 動作レベルを、図 20 (e) の下側に、通信局 STA1 での受信 (Rx) 動作レベル及び送信 (Tx) 動作レベルを示してある。図では、通信局 STA1 からの要求に応じて変遷する場合を例にとっている。

図 20 の初期状態では、通信局 STA0、STA1 とも互いに関する

送受信レベルはレベル 3 となっている状態でデータの送受信が行われており、通信局 STA0 に送信データが発生すると直ちにデータの送受が行われている。しかし、図 20においては、このデータの送受が頻繁には行われず、データ D18 を送受信してからしばらく経過した後にデータ D19 が送受信され、さらにしばらくデータが送信されないという状態に陥っている。すると、通信局 STA1 は、データの送受信が許容値を超えて離散的にしか行われていないことを理由に、通信局 STA0 に関する受信動作レベルをレベル 2 に変更することを決定する。その後、通信局 STA1 は、
自局のビーコン送信タイミングで送信するビーコン(B1-21)あるいはその直後に送信するデータ(図示せず)において、「STA1 は STA0 に関する受信動作レベルをレベル 2 へと変更する」旨を通達し、通達どおりに動作レベルをレベル 2 へと変更する。これを受信した通信局 STA0 は、通信局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル 2 へと変更する。
動作レベル 2 へ以降した後は、先に説明した手順で送信トリガを生成し、送信トリガを皮切りにデータの送受信を行う。

上記の例においては、通信局 STA1 は、「データの送受信が許容値を超えて離散的にしか行われていないこと」を理由に動作レベルをレベル 2 へと変更したが、より具体的には、「受信動作レベル 2 でも十分受信できる量のデータしか送受信が行われなかつたこと」を理由に変更する場合もある。

また、上述した例においては、動作レベルを下げる旨を通達する手順をふんだが、これを省略する場合もある。この場合、受信側の STA1 における許容値を送信側の STA0 における許容値よりも高く設定しておくことで無駄な処理を省くことができる。

また、上記の例においては、受信側である通信局 STA1 が「動作レベルをレベル 3 からレベル 2 へと変更する」旨を決定したが、

送信側である通信局 STA0 が決定し、受信側がこれに追従する場合もある。この場合の手順は、上記で説明した手順と類似するため、とりたてて説明は行わない。

- ・ネットワークプロードキャスト

5 上記で説明したように、各通信局は、データの送受信を行わない状態においては、送受信レベルはレベル 0 になっており、省電力化が行われることになる。

一方、ネットワーク全体に伝達するプロードキャスト情報を送信する際には、例えば図 21 A, B, C に示すような形で順に伝達され、各通信局は隣接する通信局に対して、受信したプロードキャスト情報を伝達していき、ネットワーク内の全ての通信局に伝送する形態がとられる。

送受信レベル 0においてプロードキャスト情報を送受信する際には、各通信局の送信ビーコンの直後を狙って複数回にわたり 15 メッセージの送信を行う必要があり、無駄が多い。プロードキャスト情報が連續して発生するような場合においては、トラヒックが増えてしまい帯域の無駄遣いにもつながる。

- ・プロードキャスト送受信手順

そこで、プロードキャスト情報が発生した場合には、自局の動作状態を ACT-1all として、全ての隣接通信局に関する受信動作レベルをレベル 1 に設定した後に、隣接通信局に対して「動作状態を ACT-1all に変更する旨のリクエスト」を送信しながら、各通信局に関する送信動作レベルを変更していき、近隣局リストに登録されている送信動作レベルが 1 になるまで、自局の送信ビーコン内部あるいはビーコン送信の直後に送信するパケットにおいて、プロードキャスト情報を報知する。また、送信ビーコンや上記のリクエスト情報には、自局の動作状態を記載する。

具体的な例を図 22 に時系列で示す。図 22 は、プロードキャ

スト情報の送受信手順一例を示す図であり、例えば図 2 1 に示したような通信局の配置において、通信局 STA0 が通信局 STA1 と通信局 STA2 に対してプロードキャスト情報を伝達する場合を例にとっている。図 2 2 (a) は、通信局 STA0 でのパケットの送受信状態であり、図 2 2 (b) は、通信局 STA1 でのパケットの送受信状態であり、図 2 2 (c) は、通信局 STA2 でのパケットの送受信状態である。また、図 2 2 (a) の上側には、各通信局 STA0, STA1, STA2 の動作レベルを示してある。

この図 2 2 の時系列各時刻の例における各通信局の動作状態と近隣局リストの状態を、図 2 3 に示す。

図 2 2 の初期状態である時刻 T0 においては、各通信局とも動作レベル 0 であり、自局のビーコンの送信とその直後のリッスン ウィンドウ(LW)にわたる受信処理しか行っていない。このとき、図 2 3 に示したとおり、各局の近隣局リストの項目は全て動作レベル 0(ACT-0)になっている。

その後、時刻 T1 において、通信局 STA0 に送信すべきプロードキャスト情報が到着する。これをきっかけに、通信局 STA0 は自局の動作状態を ACT-1all に設定し、近隣局リストに存在する全ての通信局に関する受信動作レベルをレベル 1 に設定する。この時点で、通信局 STA0 は各通信局のビーコンを受信するモードへと移行したことになる。

その後、通信局 STA0 は、通信局 STA1 のビーコン送信時刻 T2 において通信局 STA1 が送信するビーコンを受信すると、通信局 STA1 に宛てて「動作状態を ACT-1all に変更してほしい」旨を示すページ情報を送信する。通信局 STA1 は、これを了解し、報知情報として（すなわち宛先アドレスをプロードキャストアドレスとして）「自局は動作状態を ACT-1all に変更した」旨を示すインディケイション(Indication)情報を時刻 T3 にて送信する。この時

点で、通信局 STA1 は、動作状態を ACT-1all に設定し、近隣局リストに存在する全ての通信局に関する受信動作レベルをレベル 1 に設定し、かつページ情報の送信元である通信局 STA0 に対する送信動作レベルをレベル 1 に設定する。また、通信局 STA1 が送
5 信した上記インディケイション情報を受信した通信局 STA0 では、通信局 STA1 に関する送信動作レベルをレベル 1 にセットする。

その後、時刻 T4において、通信局 STA0 のビーコン送信時刻となる。ビーコンには、通信局 STA0 の動作状態が ACT-1all にな
10 っている旨が記載されている。このとき、通信局 STA0においては、すでに通信局 STA1 に関する送信動作レベルがレベル 1 に設定されているため、通信局 STA1 が受信を行っているものと認識し、プロードキャスト情報を送信する。通信局 STA1 では、これを受信する。しかし、通信局 STA0 は、自局の近隣局リストにおいては、登録されている通信局 STA2 に関する送信動作レベルが
15 レベル 0 であるため、通信局 STA2 に対してはプロードキャスト情報が配達されていないことを認識する。なお、通信局 STA0 は、自局の近隣局リストに登録されている全ての通信局に関する送信動作レベルがレベル 1 以上になるまでプロードキャスト情報を送信しない場合もある。

20 さらにその後、通信局 STA1 ならび STA0 は、時刻 T5 で通信局 STA2 が送信するビーコンを受信すると、通信局 STA2 に宛てて「動作状態を ACT-1all に変更してほしい」旨を示すページ情報を送信する。図では、たまたま通信局 STA0 が送信した場合の例が示されている。通信局 STA2 はこれを了解し、上記と同様の手順で、「自局は動作状態を ACT-1all に変更した」旨を示すイン
25 ディケイション情報を報知情報として時刻 T6 にて送信する。この時点で、通信局 STA2 は、動作状態を ACT-1all に設定し、近隣局リストに存在する全ての通信局に関する受信動作レベルをレベ

ル 1 に設定し、かつページ情報の送信元である通信局 STA0 に対する送信動作レベルをレベル 1 に設定する。また、通信局 STA1 が送信した上記インディケイション情報を受信した通信局 STA0 と STA1 では、通信局 STA2 に関する送信動作レベルをレベル 1
5 にセットする。

その後、時刻 T7において、通信局 STA1 のビーコン送信となる。ビーコンには、通信局 STA1 の動作状態が ACT-1all になっている旨が記載されている。このとき、通信局 STA1においては、先ほど通信局 STA0 からブロードキャスト情報を受信している場合には、ブロードキャスト情報を送信する。この時点で、ブロードキャスト情報は通信局 STA1 及び STA2 に対して送信されたことになる。一方、通信局 STA2 は、通信局 STA1 のビーコンを受信することにより、通信局 STA1 の動作状態が ACT-1all になっている旨を認識し、通信局 STA-1 に関する送信動作レベルをレベル 1 へと変更する。
10
15

その後、時刻 T8において、通信局 STA0 がビーコンを送信し、この時点で通信局 STA0 では全隣接局に関する送信動作レベルが 1 になっているためブロードキャスト情報を送信する。

上記のような手順で、各通信局は、互いに隣接する通信局の動作状態を ACT-1all へと変更させていくことができる。変更された動作状態は、一定時間にわたり受信データなどが存在しないことを理由に ACT-0 へと戻す場合もある。
20

- ・ビーコン記載情報

上記の説明で、動作状態をビーコンに記載するという説明を行ったが、ビーコン記載情報に関してもう少し詳細に説明を行う。
25

図 24 は、本システムにおけるビーコン記載情報の一部の例を示す図である。ビーコンには、少なくとも送信局のアドレス (STA-ID)、受信可能なビーコンの受信時刻を示すフィールド

(NBOI)、受信動作レベル 1 以上で実際に受信を行っているビーコンの受信時刻を示すフィールド(NBAI)、そして、該通信局の動作状態を示すフィールド(Activity Status) が存在する。

STA-ID は、送信局を特定するアドレスが記載されている。通信局の動作状態を示すフィールド(Activity Status) は、上記で説明した動作状態を示すフィールドであり、下記の動作状態のうちのいずれかが示される。

ACT-0all：受信動作レベルがレベル 0 となっている隣接局が一つ以上存在する。

ACT-1all：全ての隣接局の受信動作レベルがレベル 1 以上となっている。

ACT-3all：一つ以上の隣接局に関する動作レベルが 3 になっている。

- 動作レベル変更要求メッセージ

ここまででは、通信局が自局の動作レベルの変遷の決定を、ビーコン信号によって通信相手局に伝える実施の形態について説明したが、次に、ビーコン信号以外のメッセージの送信をトリガにして、動作レベルを変更する手順について説明する。

図 25 に動作レベルを上げる方向に変遷させる場合の手順を示す。

動作レベルは、トラヒックの存在しない状態においては 0 であるが、ある通信局の MAC レイヤに他の通信局宛てのトラヒックが届けられると、リンクの Activity を上げる処理が起動される。その後、さらに多くのトラヒックが送信側の MAC レイヤに届けられるに従い、Active Level が上げられていく。

図 25 では、ノード#1 をトラヒックの送信元ノード、ノード#2 を宛先ノードとした場合を例にとった。図示したように、動作レベルの増加は送信元により指示が出されることをトリガとして起

動する。送信側は、宛先ノードに動作レベルを上げて欲しい場合には、該ノードからの Rx. Active Level が 1 以上になっていることを確認の後、"AL*_RQ"なるリクエストメッセージを送信し、宛先ノードに動作レベルを上げて欲しい旨を伝える。受信側では、
5 これを受信すると、送信元ノードに関する Rx. Active Level を指示されたレベルに設定し、さらに Tx. Active Level が 1 以上になっていることを確認の後、"AL*_CF"なる応答メッセージを返送し、送信元ノードに Active Level を上げた旨を通達する。送信側では、これを受信すると、宛先 Node に関する送信 Active Level を指示
10 されたレベルに設定する。

図示したように、全ての Active Level への上方向の変遷に関して、同様の手順が適用可能である。

なお、Active Level_0→ActiveLevel_1 への変遷のトリガは、送信データの発生である。

15 その後の、Active Level _1→ Active Level _2, Active Level _2→ Active Level _3 への変遷のトリガは、例えば、送信バッファにたまつたパケット数の監視し、所定の閾値を超えたことにより起動させてもよい。

次に動作レベルを下げる方向に変遷させる場合の手順を図 2
20 6 を用いて説明する。

動作レベルは、上げられたもののトラヒックの送受信が途切れてしまった場合に下げる処理が必要になる。トラヒックの送受がない時間を監視するタイマーを保持しておき、このタイマーが満了することをトリガに Active Level を下げる。このとき、Tx.
25 Active Level を下げるタイマーと Rx. Active Level を下げるタイマーを別に設定する必要があり、Tx. Active Level を下げるタイマーに設定する時間を Rx. Active Level を下げるタイマーよりも短く設定しておくことによりマージンをもたせ、「送信したもの

受信機が受信していない」という無駄なトラヒックの発生を抑えることができる。

また、Active Level を下げる場合の処理としては、上げる場合と同様にメッセージの交換による手順をふむことも考えられる。

5 この場合であっても、突如通信が途絶えたリンクに対応するためには、タイマーにより Active Level を下げる機構は必要となる。

なお、上述した実施の形態では、送信や受信を行う専用の通信装置とした構成した例について説明したが、例えば各種データ処理を行うパーソナルコンピュータ装置に、本例の送信部や受信部に相当する通信処理を行うボードやカードなどを装着させた上で、ベースバンド部での処理を、コンピュータ装置側の演算処理手段で実行するソフトウェアを実装させるようにしても良い。

請求の範囲

1. 制御局と被制御局の関係を有しない複数の通信局からなるネットワークにおいて無線通信動作を行うための通信方法であって、通信局は、ネットワークに関する情報を記述したビーコンを送信するステップと、

前記ビーコン信号の送信に前後する時間帯に受信動作を行う状態を設定するステップと、

を具備することを特徴とする通信方法。

2. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

10 前記ビーコン信号は、ネットワーク内の作動状態にある通信局が、定期的に送信する信号である
通信方法。

3. 請求の範囲第2項記載の通信方法において、

各通信局は、複数の送信動作レベル又は複数の受信動作レベルを、送信データの有無若しくは通信相手からの動作レベル切換要求に応じて切り換える
ことを特徴とする通信方法。

4. 請求の範囲第2項記載の通信方法において、

さらに、所定の周期ごとに、ビーコン信号送信間隔にわたって受信動作を行なう状態を設定するステップ

とを具備することを特徴とする通信方法。

5. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

前記通信局は、送信すべき情報が発生する可能性のある相手局がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯で受信動作を行う状態を設定するステップ

とを具備することを特徴とする通信方法。

6. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

前記通信局は、送信すべき情報が発生した場合に、情報を

送信すべき通信局との間で情報の伝送を目的とするメッセージの交換を行うステップと、

前記通信相手局がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯での受信動作を行なう状態を設定するステップ

5 とを具備することを特徴とする通信方法。

7. 請求の範囲第2項記載の通信方法において、

ビーコン信号送信間隔の間に、1つ以上の送信トリガ時刻を生成するステップと

前記送信トリガ時刻を基準に送信又は受信の手順を開始する
10 通信方法。

8. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

前記通信局は、送信情報が発生した場合に、情報を送信すべき通信局との間で情報の伝送を目的とするメッセージの交換を行うステップと、

15 前記通信相手局がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯での受信動作を行なう状態を設定するステップと、

送信局において保持されている送信すべき情報量が増大してきたかどうか判断するステップと、

20 送信局において保持されている送信すべき情報量が増大してきた場合にビーコン信号送信間隔の間に、1つ以上の送信トリガ時刻を生成するステップとを備えて、

送信局において送信すべき情報が存在する場合には、前記送信トリガ時刻を基準に送受信手順を開始する
通信方法。

25 9. 請求の範囲第8項記載の通信方法において、

前記通信局は、送信すべき情報量がさらに増大してきたと判断された場合に、連続的な受信動作又は送信動作を行う
通信方法。

10. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

前記ビーコン信号に記述されたネットワークに関する情報は、前記ネットワーク内で通信が可能な通信局の通信状態情報であり、通信局は前記通信状態情報を保持する

5 ことを特徴とする通信方法。

11. 請求の範囲第10項記載の通信方法において、

保持された前記通信状態情報を、送信データの有無若しくは受信した通信状態変更要求情報により変更する
ことを特徴とする通信方法。

10 12. 請求の範囲第1項記載の通信方法において、

プロードキャスト情報を送信する通信局は、自局から直接送受信が可能であると認識している各通信局に対し、通信相手局がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯で受信動作を行う状態であることを報知するステップと、

15 上記プロードキャスト情報を送信するステップと
を具備することを特徴とする通信方法。

13. 請求の範囲第12項記載の通信方法において、

前記プロードキャスト情報は、ビーコン信号又はビーコン信号に続いたパケットにて送信される

20 通信方法。

14. 請求の範囲第12項記載の通信方法において、

前記ネットワーク内で通信が可能な通信局の通信状態情報をリストとして保持し、保持されたステータスを、送信された変更通知により変更する

25 通信方法。

15. 請求の範囲第12項記載の通信方法において、

自局の受信状態、又は受信状態に関するステータスを、ビーコン信号にて報知する

通信方法。

1 6. 自律分散型の無線通信環境下で構築されるネットワークで動作する通信装置であって、

無線データを送受信する通信手段と、

5 ネットワークに関する情報を記述したビーコン信号を生成して前記通信手段で送信させるビーコン生成手段と、

前記ビーコン生成手段で生成されたビーコン信号の送信に前後する時間帯に受信動作を行う状態を設定する制御手段と
を具備することを特徴とする通信装置。

10 1 7. 請求の範囲第1 6 項記載の通信装置において、

前記ビーコン生成手段で生成されて送信されるビーコン信号は、
作動状態にある場合に、定期的に送信する信号である
通信装置。

1 8. 請求の範囲第1 7 項記載の通信装置において、

15 前記制御手段は、複数の送信動作レベル又は複数の受信動作レベルを、送信データの有無若しくは通信相手からの動作レベル切換要求に応じて切り換える
ことを特徴とする通信装置。

1 9. 請求の範囲第1 7 項記載の通信装置において、

20 さらに前記制御手段は、所定の周期ごとに、ビーコン信号送信間隔にわたって、前記通信手段で受信動作を行なう状態を設定する
ことを特徴とする通信装置。

2 0. 請求の範囲第1 6 項記載の通信装置において、

25 前記制御手段は、送信すべき情報が発生する可能性のある相手がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯で、前記通信手段で受信動作を行う状態を設定する
ことを特徴とする通信装置。

21. 請求の範囲第16項記載の通信装置において、

前記制御手段は、送信すべき情報が発生した場合に、情報を送信すべき相手との間で情報の伝送を目的とするメッセージの交換の制御を行い、前記相手がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯で、前記通信手段で受信動作を行なう状態を設定する

とを特徴とする通信装置。

22. 請求の範囲第17項記載の通信装置において、

前記制御手段は、ビーコン信号送信間隔の間に、1つ以上の送信トリガ時刻を生成し、前記送信トリガ時刻を基準に前記通信手段での送信又は受信の手順を開始する
通信装置。

23. 請求の範囲第16項記載の通信装置において、

前記制御手段は、送信情報が発生した場合に、情報を送信すべき相手との間で情報の伝送を目的とするメッセージの交換の制御を行い、前記相手がビーコン信号を送信する時間帯及びその周辺時間帯で、前記通信手段で受信動作を行ない、保持されている送信すべき情報量が増大してきたかどうか判断して、送信すべき情報量が増大してきた場合にビーコン信号送信間隔の間に、1つ以上の送信トリガ時刻を生成して、その送信トリガ時刻を基準に前記通信手段での送受信を開始させる

通信装置。

24. 請求の範囲第23項記載の通信装置において、

前記制御手段は、送信すべき情報量がさらに増大してきたと判断された場合に、前記通信手段で連続的な受信動作又は送信動作を実行させる
通信装置。

25. 請求の範囲第16項記載の通信装置において、

前記ビーコン信号に記述されたネットワークに関する情報は、前記ネットワーク内で通信が可能な通信装置の通信状態情報であり、

前記制御手段は、前記通信手段が受信した前記ビーコン信号に

5 記載された前記通信状態情報を保持する

ことを特徴とする通信装置。

26. 請求の範囲第16項記載の通信装置において、

前記制御手段は、保持された前記通信状態情報を、送信データの有無若しくは受信した通信状態変更要求情報により変更する

10 ことを特徴とする通信装置。

27. 請求の範囲第16項記載の通信装置において、

制御手段は、前記通信手段からブロードキャスト情報を送信する場合に、当該通信装置と直接送受信が可能であると認識している各通信装置に対し、相手がビーコン信号を送信する時間帯及び

15 その周辺時間帯で受信動作を行う状態であることを報知する

ことを特徴とする通信装置。

28. 請求の範囲第27項記載の通信装置において、

前記ブロードキャスト情報は、ビーコン信号又はビーコン信号に続いたパケットにて送信させる

20 通信装置。

29. 請求の範囲第27項記載の通信装置において、

前記制御手段は、ネットワーク内で通信が可能な通信装置の通信状態情報をリストとして保持し、保持されたステータスを、前記通信手段で受信した変更通知により変更する

25 通信装置。

30. 請求の範囲第27項記載の通信装置において、

前記制御手段は、自局の受信状態、又は受信状態に関するステータスを、前記ビーコン生成手段で生成されるビーコン信号に付

加して、前記通信手段から送信させる
通信装置。

3 1. 複数の通信局で構成されるネットワーク内で、他の局から
送信される信号の検出により、他局とパケットの通信タイミング
5 が衝突しないアクセス制御を行うための処理をコンピュータシステム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコン
ピュータプログラムであって、

ネットワークに関する情報を記述したビーコンを送信するステ
ップと

10 前記ビーコン信号の送信に前後する時間帯に受信動作を行う状
態を設定するステップとを具備する
コンピュータプログラム。

FIG. 1

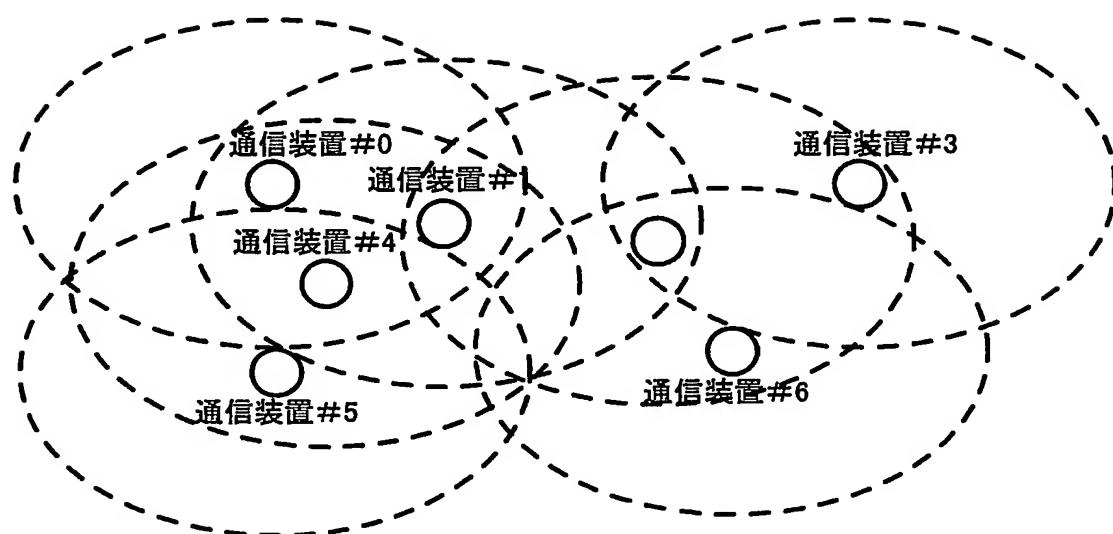


FIG. 2

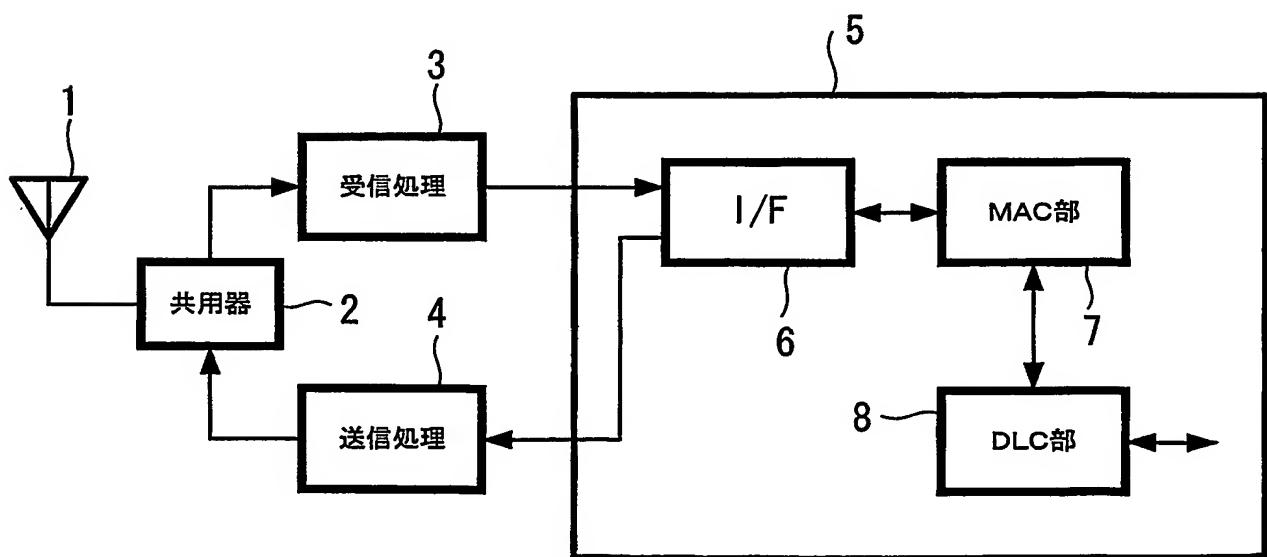


FIG. 3

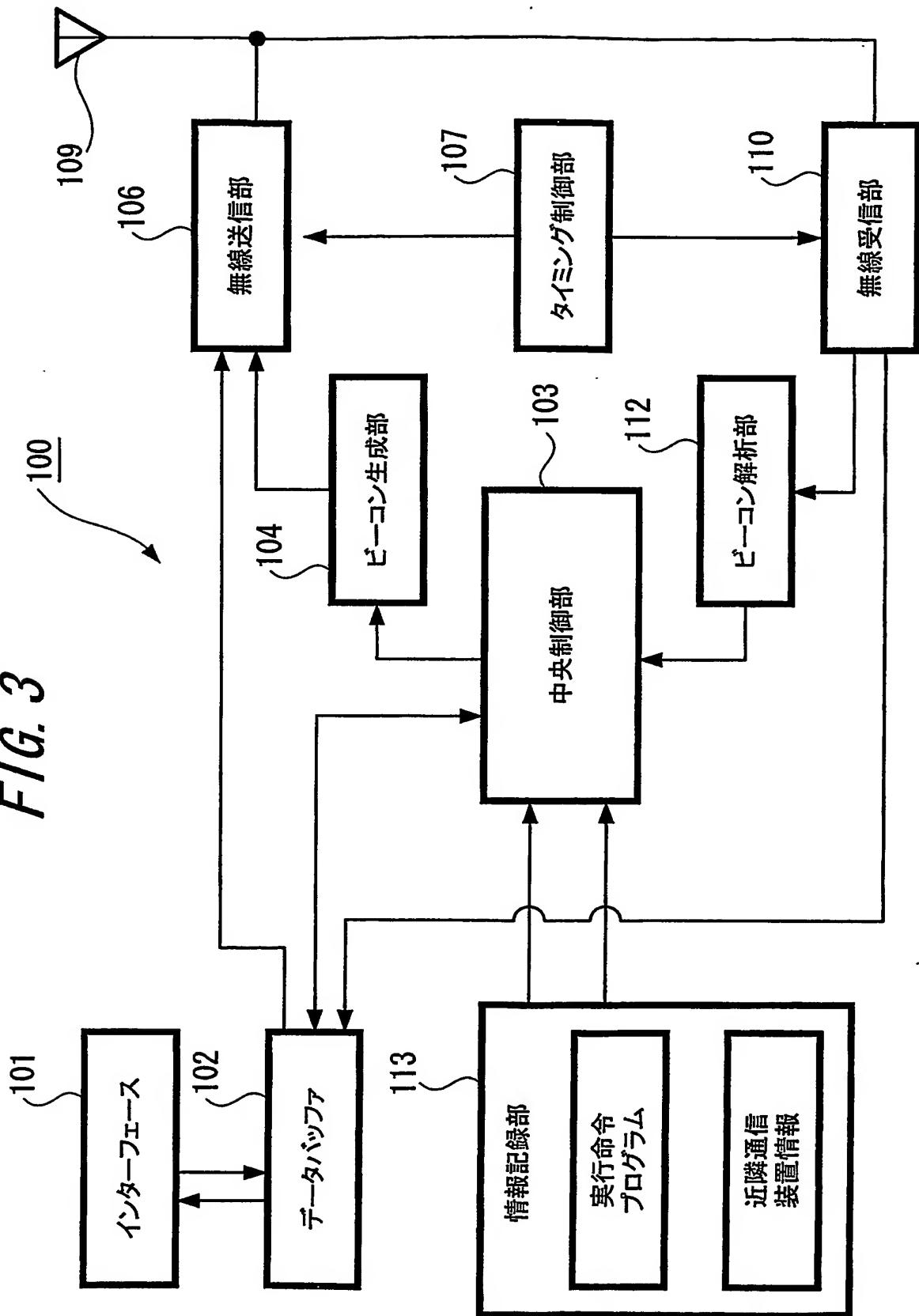


FIG. 4

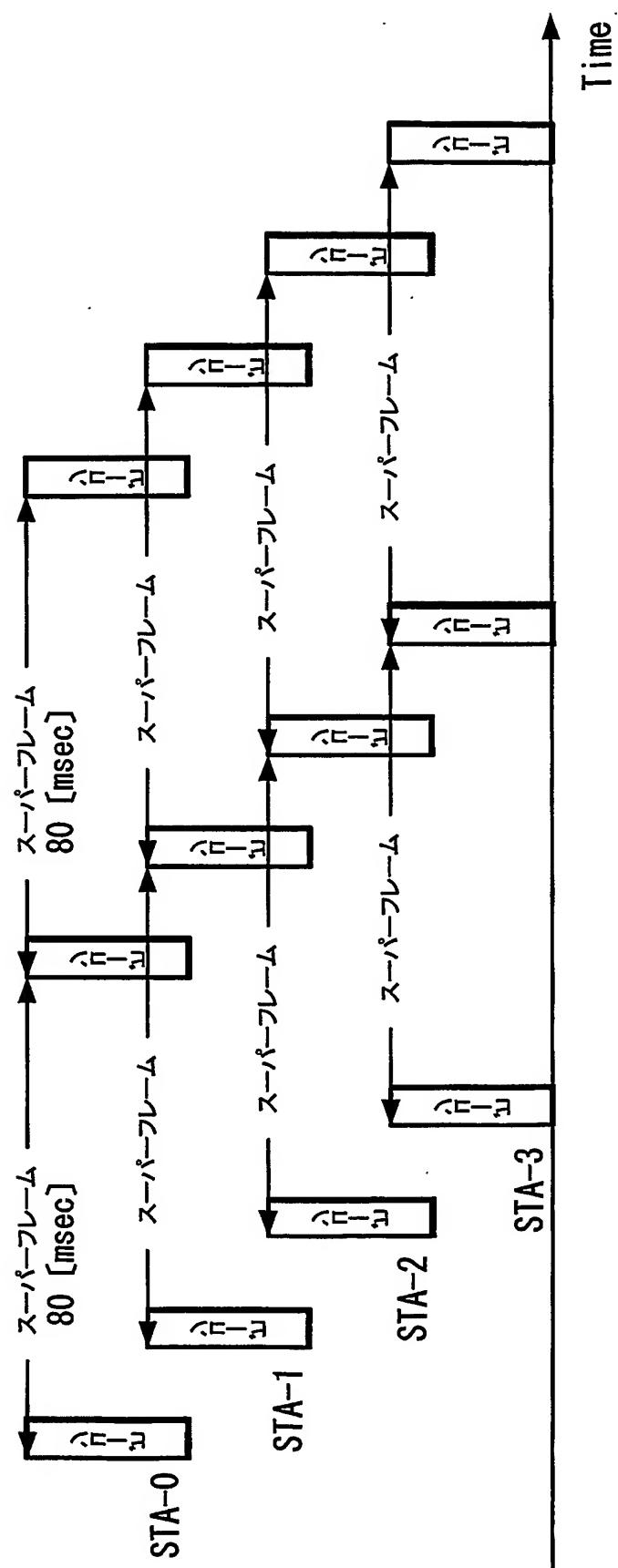


FIG. 5

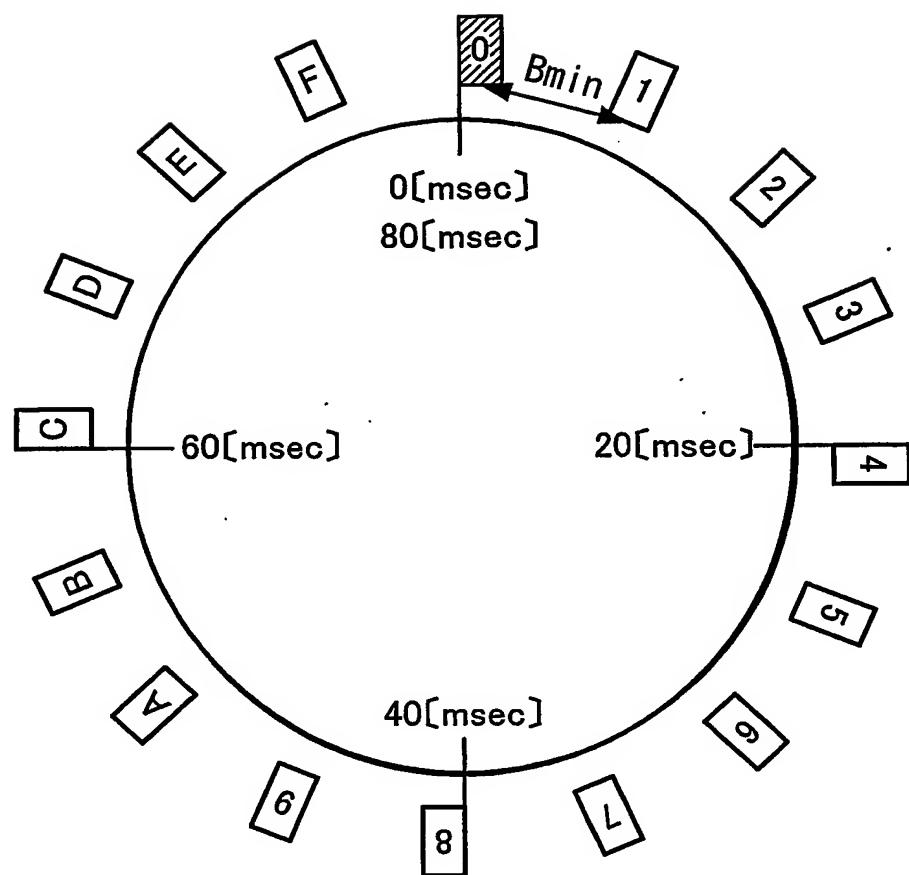


FIG. 6

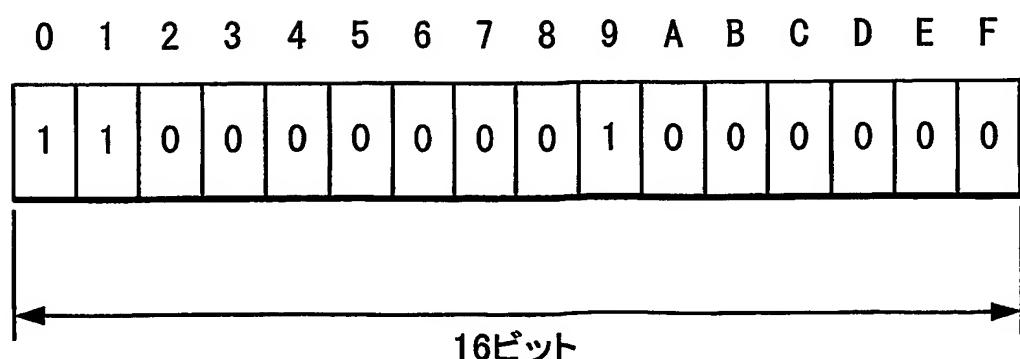


FIG. 7

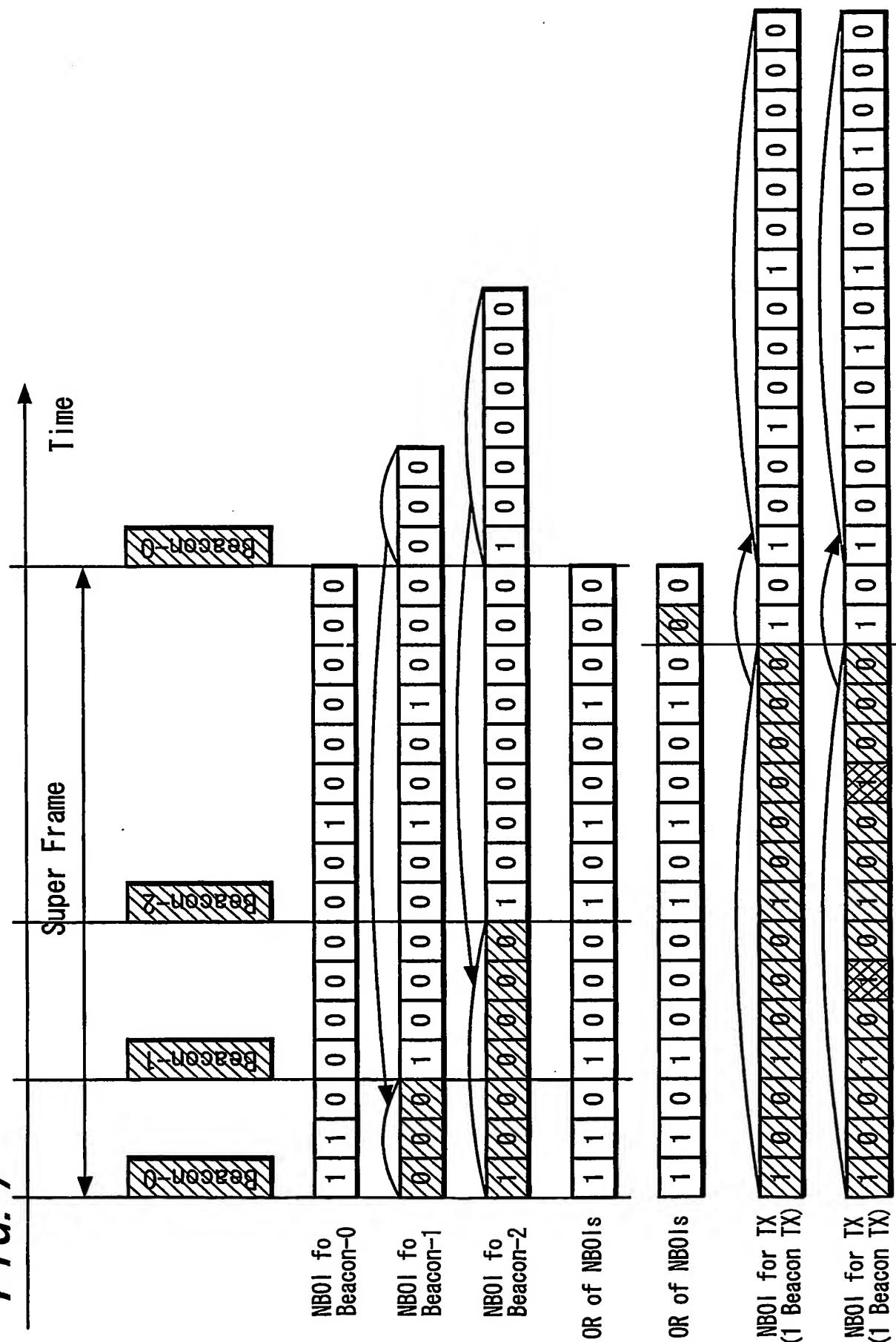


FIG. 8

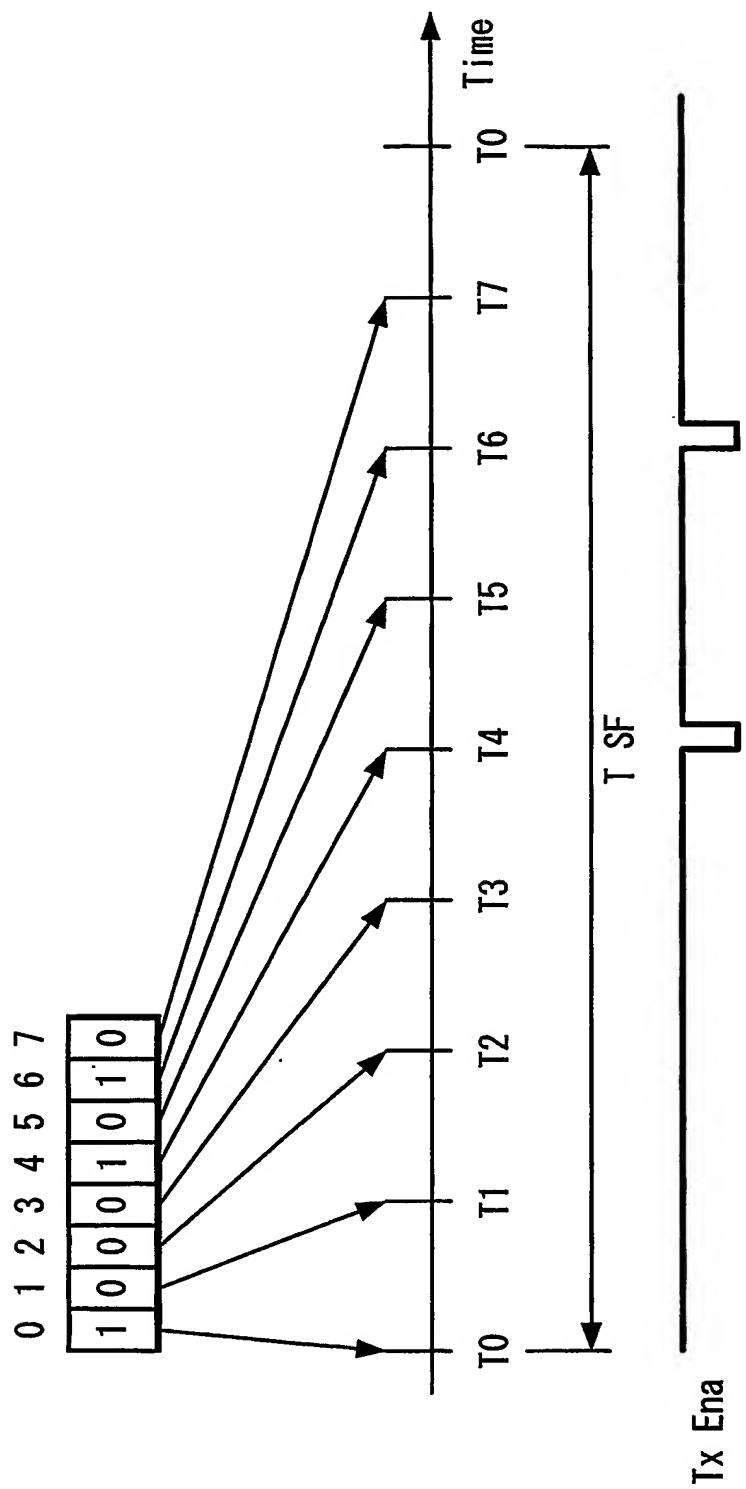


FIG. 9

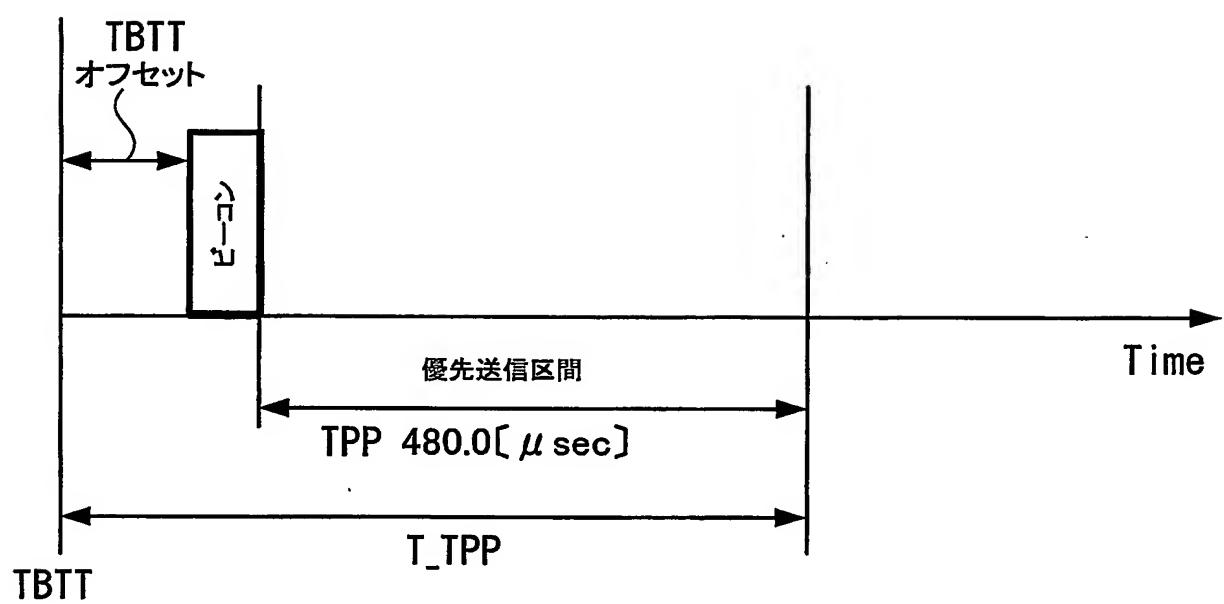


FIG. 10

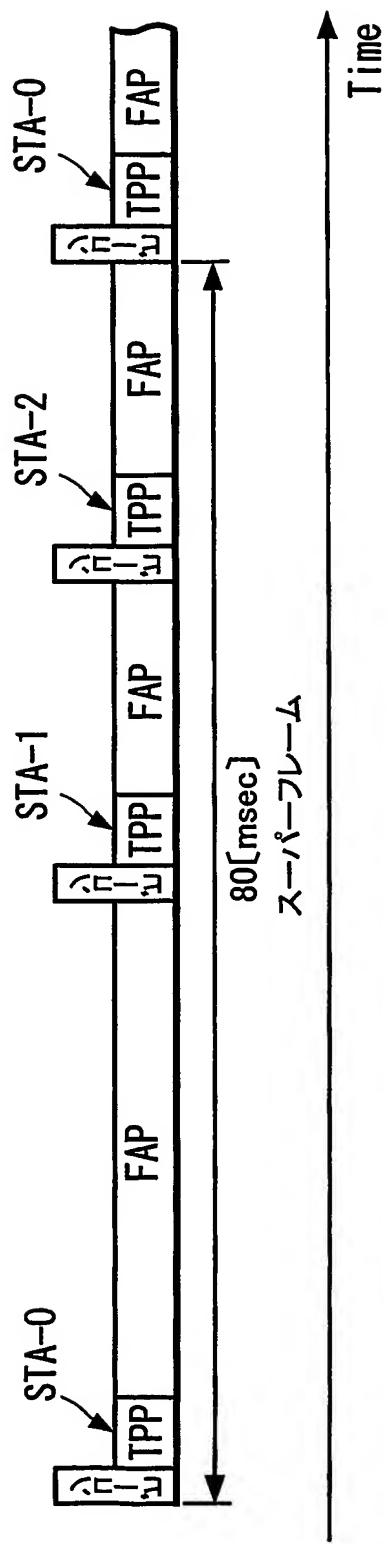


FIG. 11

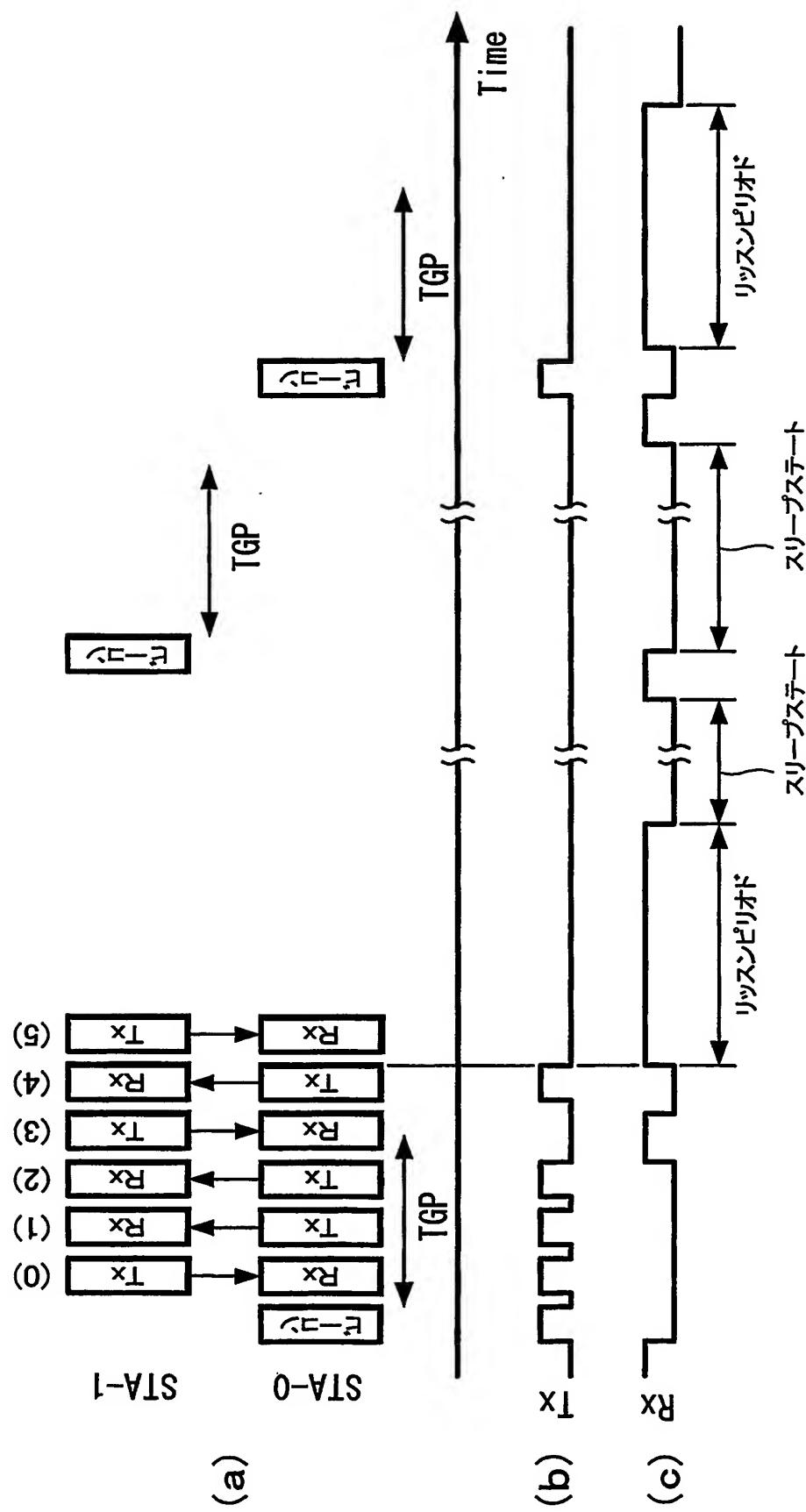


FIG. 12

STA-0のリスト

近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-1	ACT-0	ACT-0
STA-2	ACT-0	ACT-0
STA-3	ACT-0	ACT-0

(A) (B) (C)

: (0) : (1) : (2)

STA-1のリスト

近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-2	ACT-0	ACT-0
STA-3	ACT-0	ACT-0

(A) (B) (C)

: (0) : (1) : (2)

FIG. 13

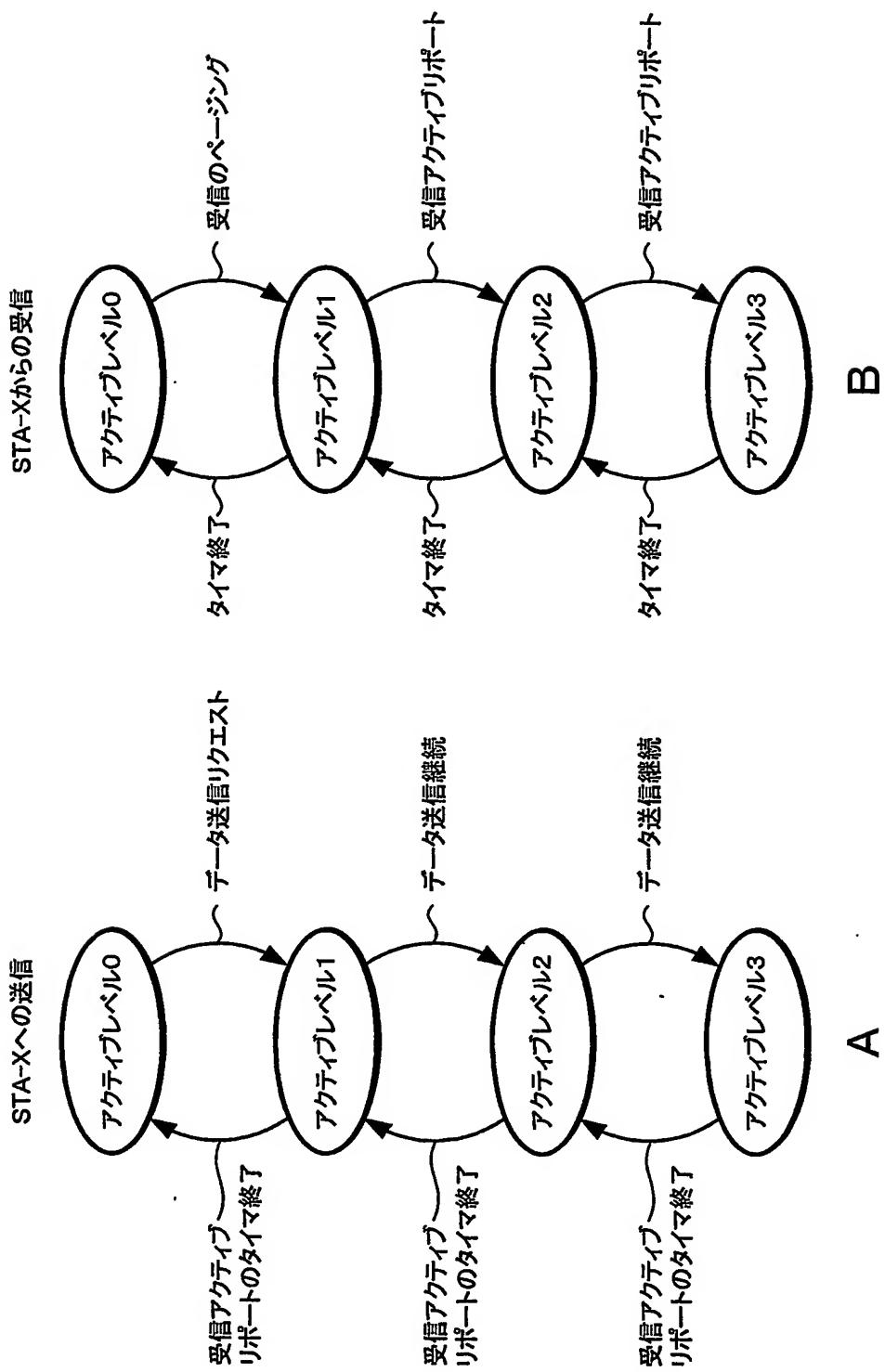


FIG. 14

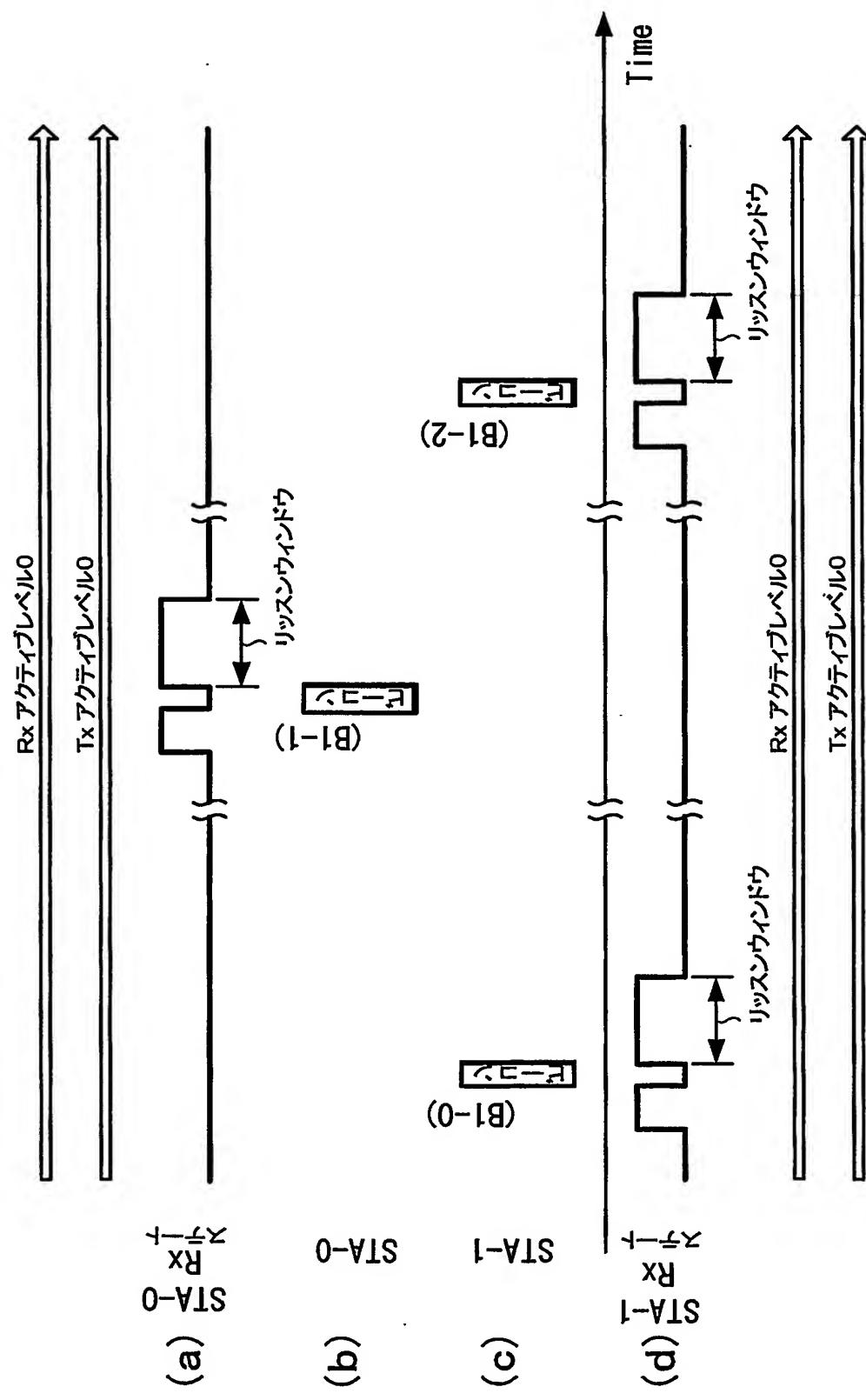


Fig. 15

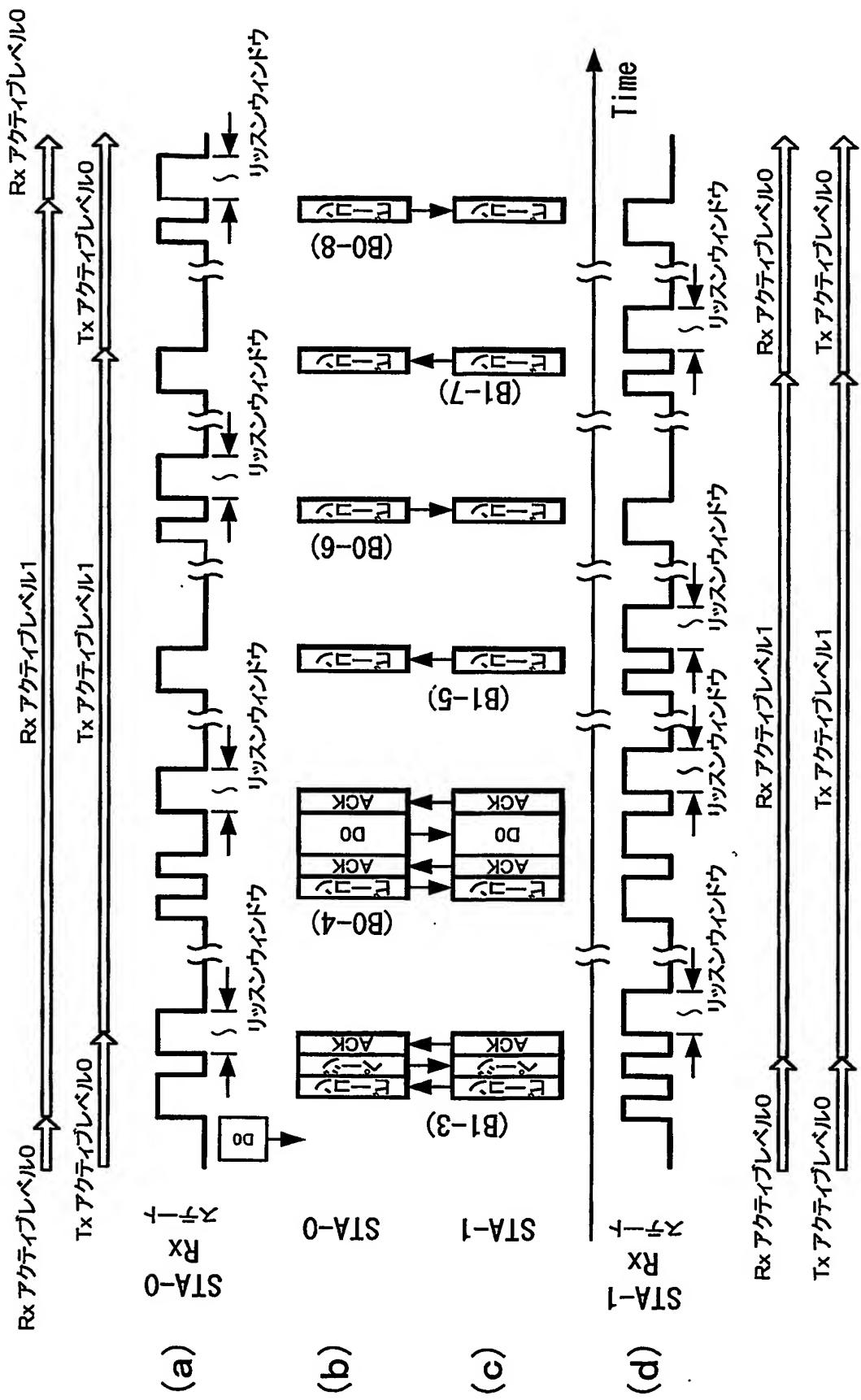


FIG. 16

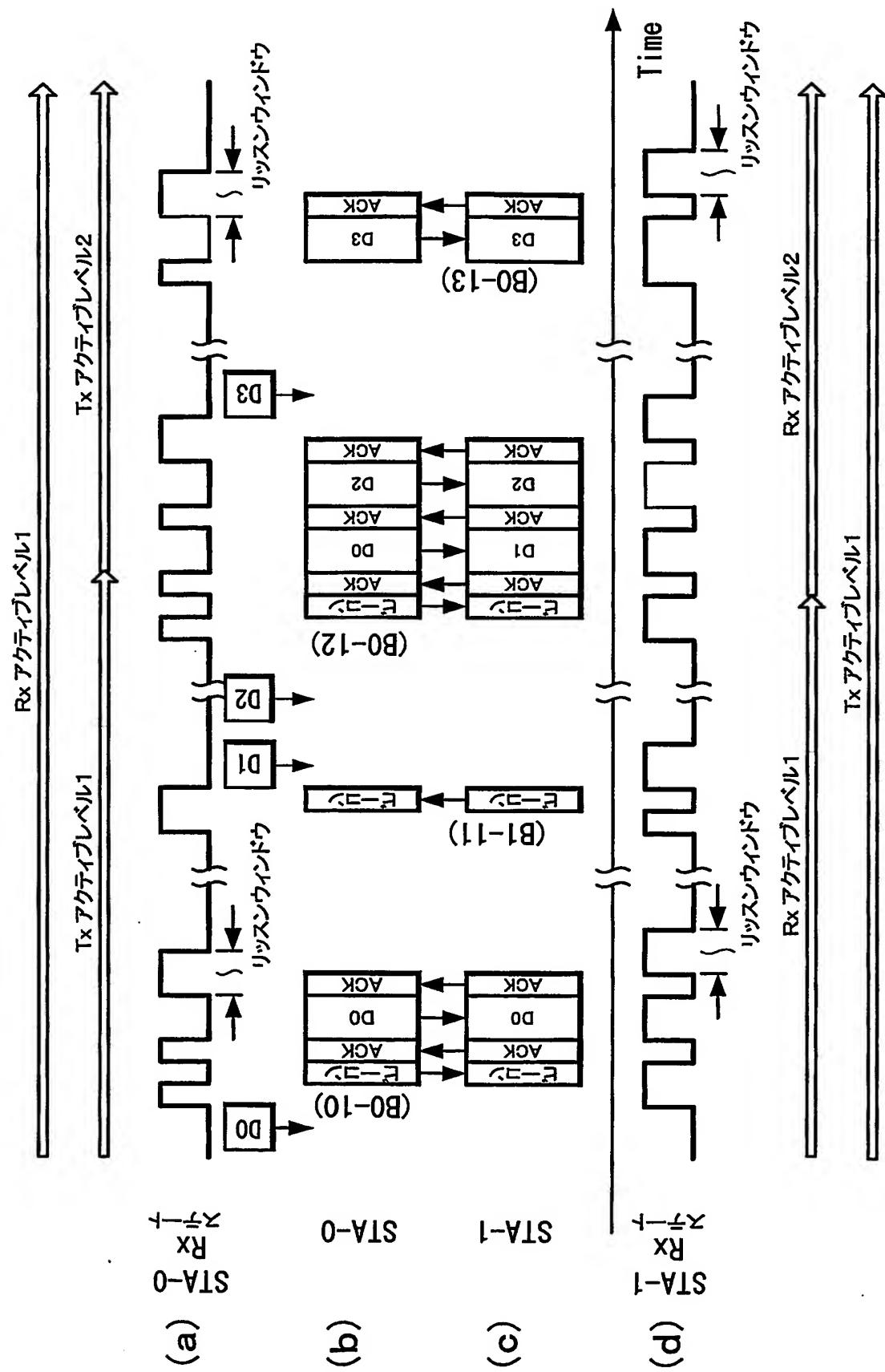


FIG. 17

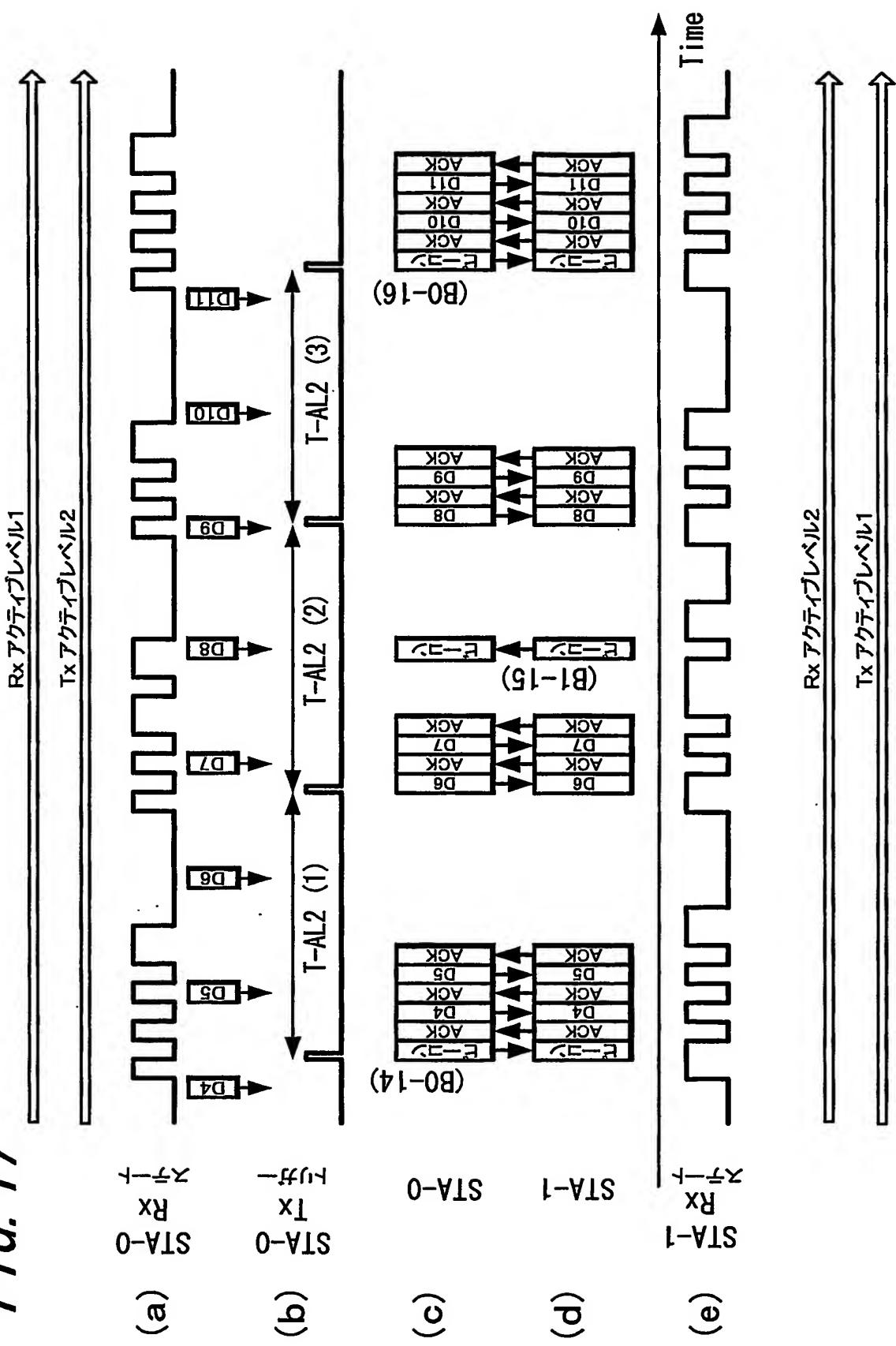


FIG. 18

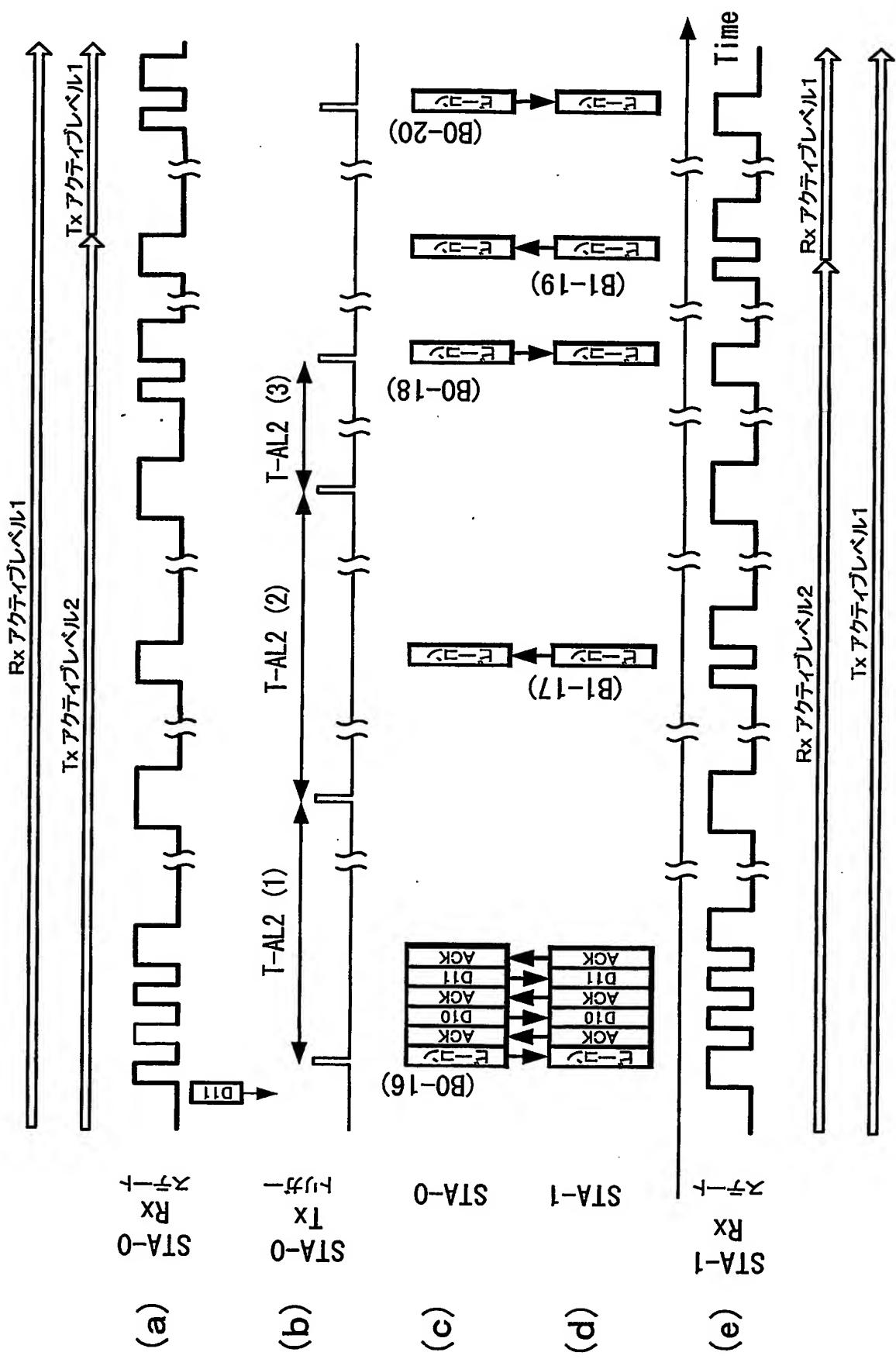


FIG. 19

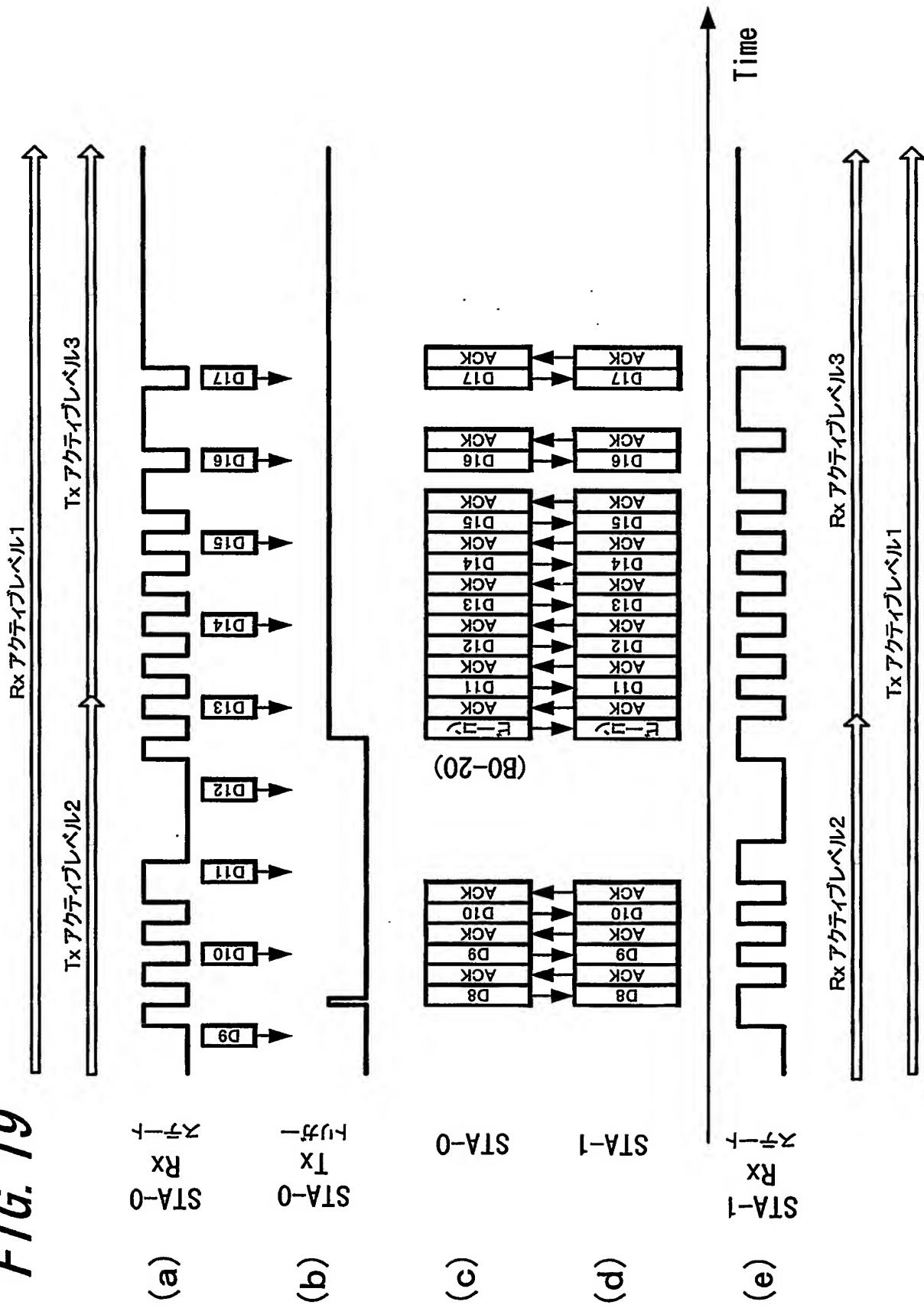


FIG. 20

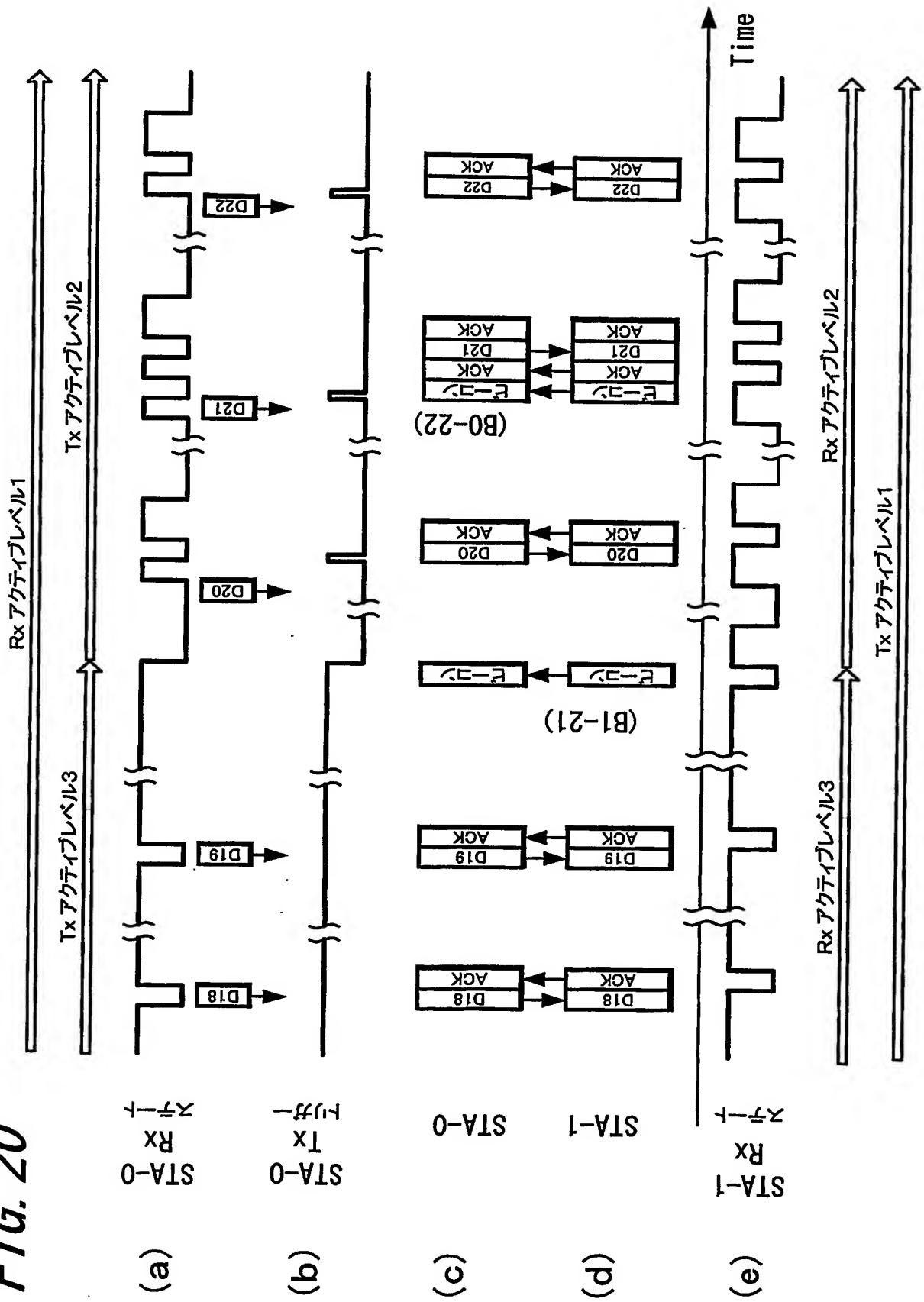


FIG. 21

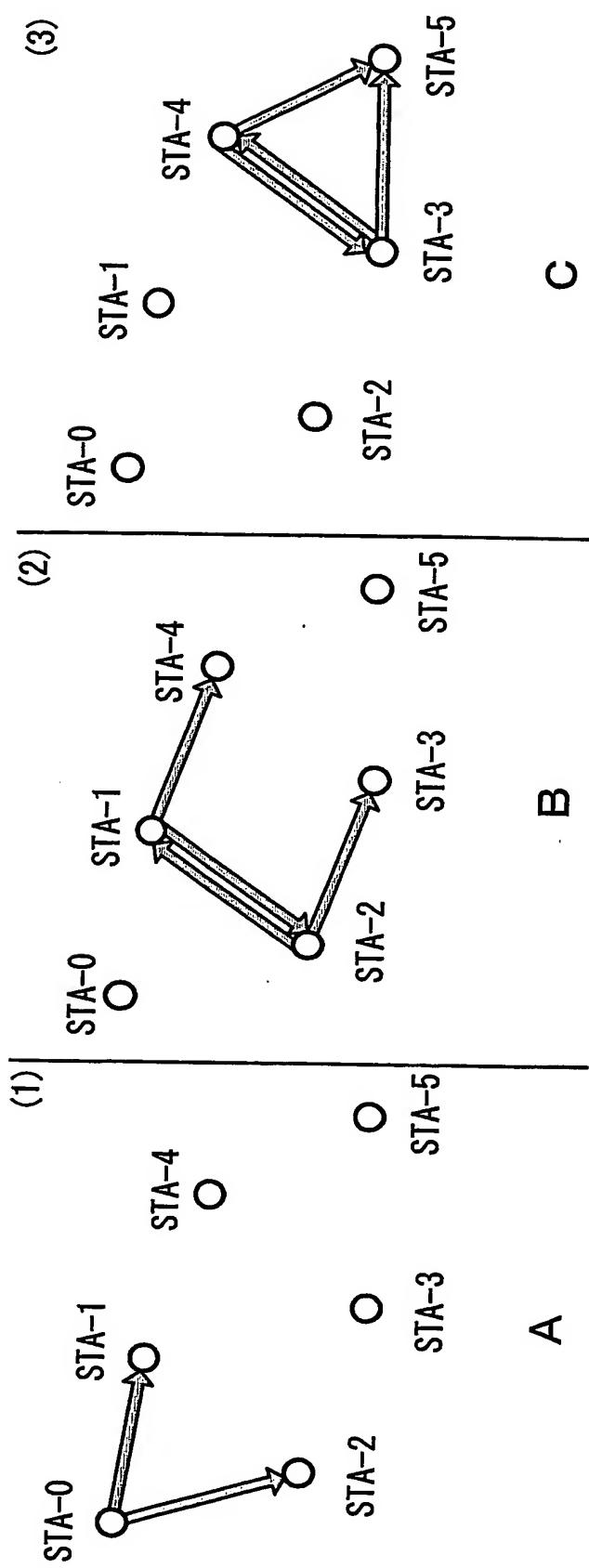
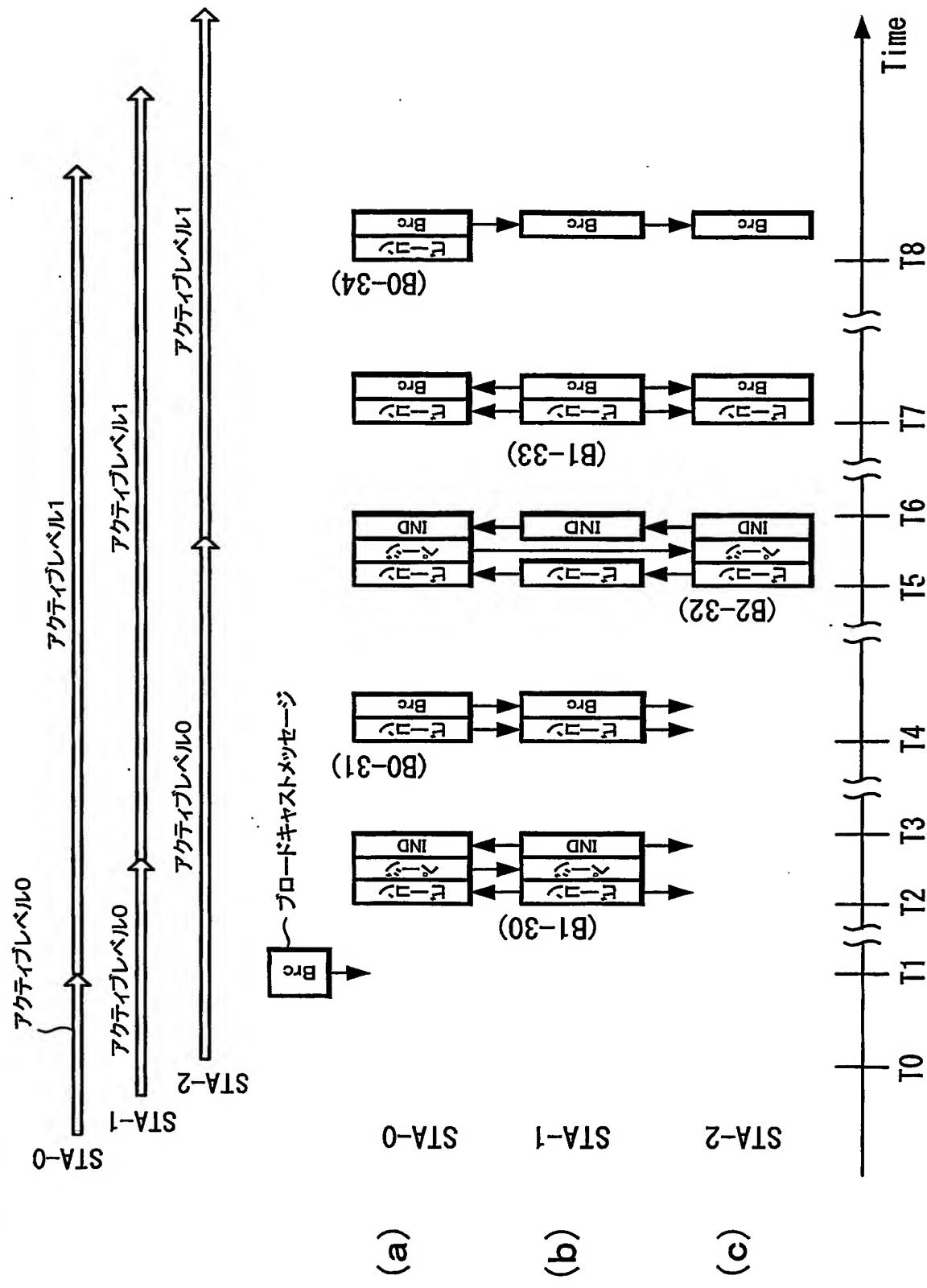


FIG. 22



*FIG. 23 STA-0のリスト**STA-1のリスト*

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-1	ACT-0	ACT-0
STA-2	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-1all

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-1	ACT-0	ACT-1
STA-2	ACT-0	ACT-1

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-2	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-1all

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-2	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-1all

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-1	ACT-1	ACT-1
STA-2	ACT-0	ACT-1

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-1	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-1	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-1	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-1
STA-1	ACT-1	ACT-1

Status:ACT-0

Status:ACT-0		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-0	ACT-0
STA-1	ACT-0	ACT-0

Status:ACT-0

Status:ACT-1all		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-1	ACT-1
STA-2	ACT-1	ACT-1

Status:ACT-1all

Status:ACT-1all		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-0	ACT-1	ACT-1
STA-2	ACT-1	ACT-1

Status:ACT-1all

Status:ACT-1all		
近隣局ID	For Tx.	For Rx.
STA-1	ACT-1	ACT-1
STA-2	ACT-1	ACT-1

Status:ACT-1all

FIG. 24

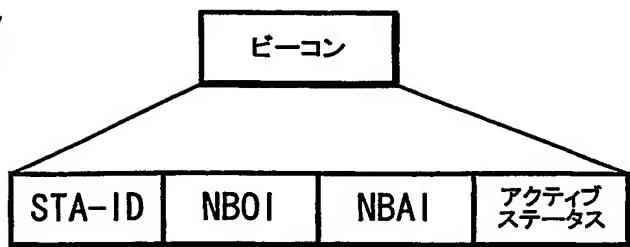


FIG. 25

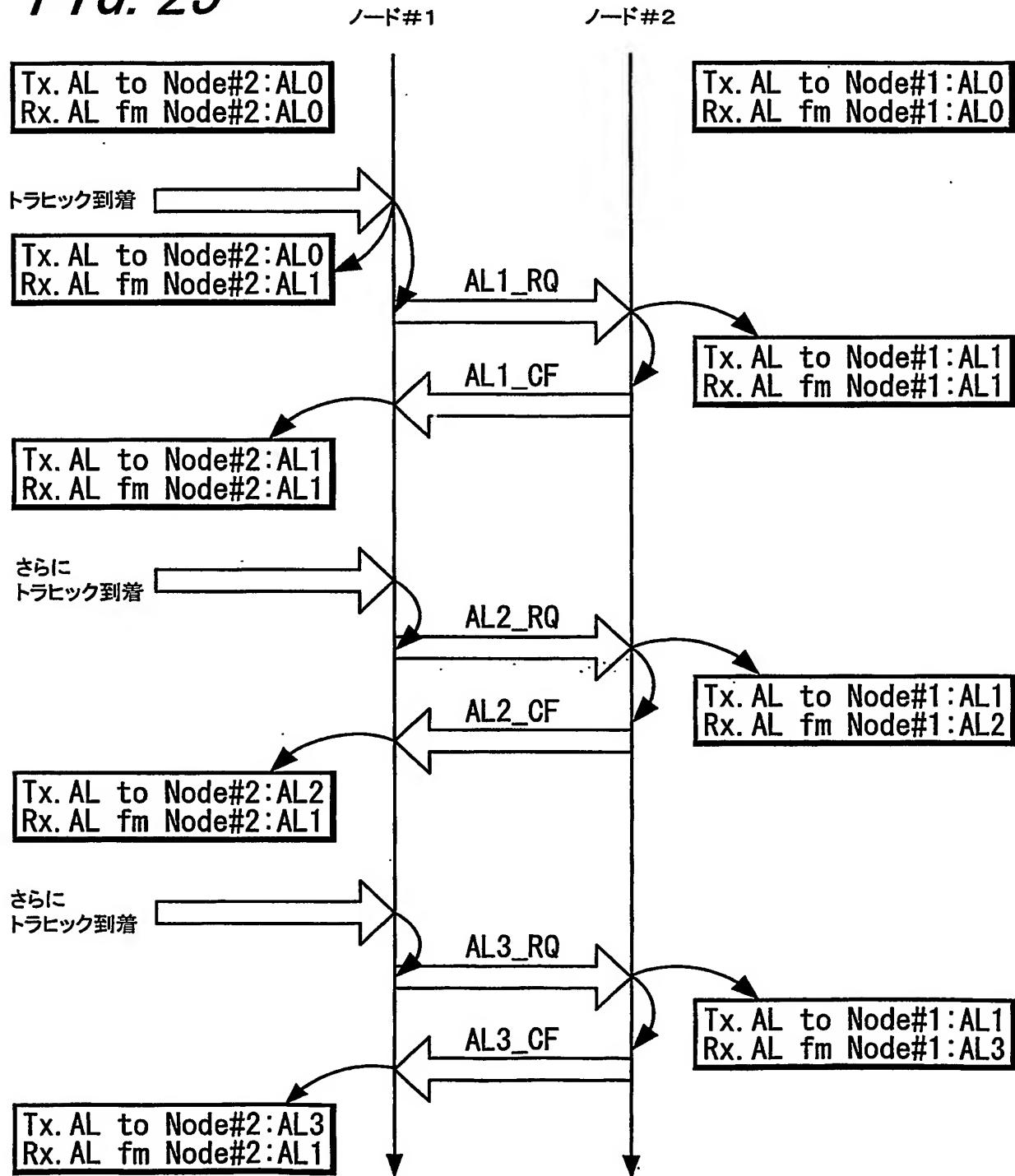


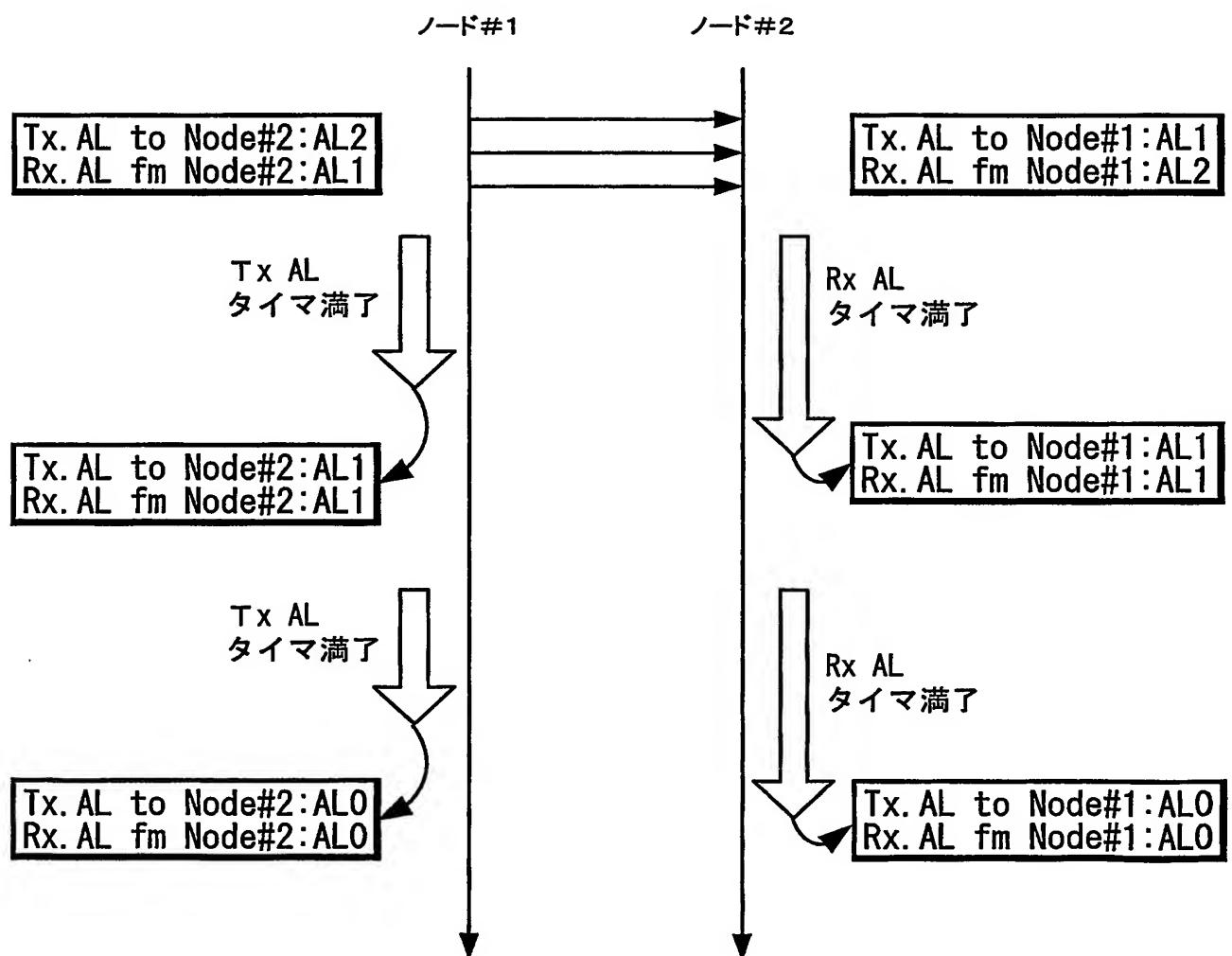
FIG. 26

FIG. 27

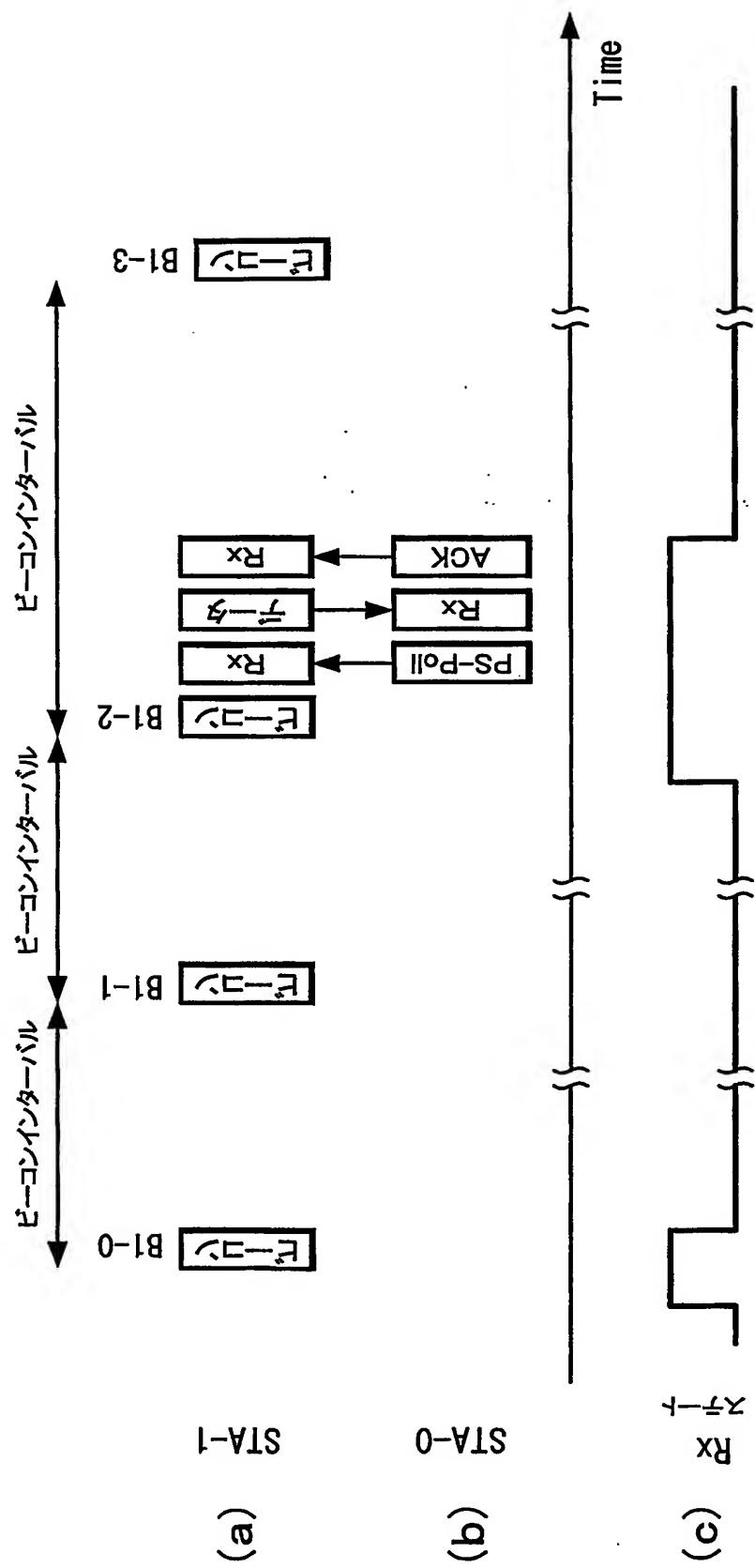


FIG. 28

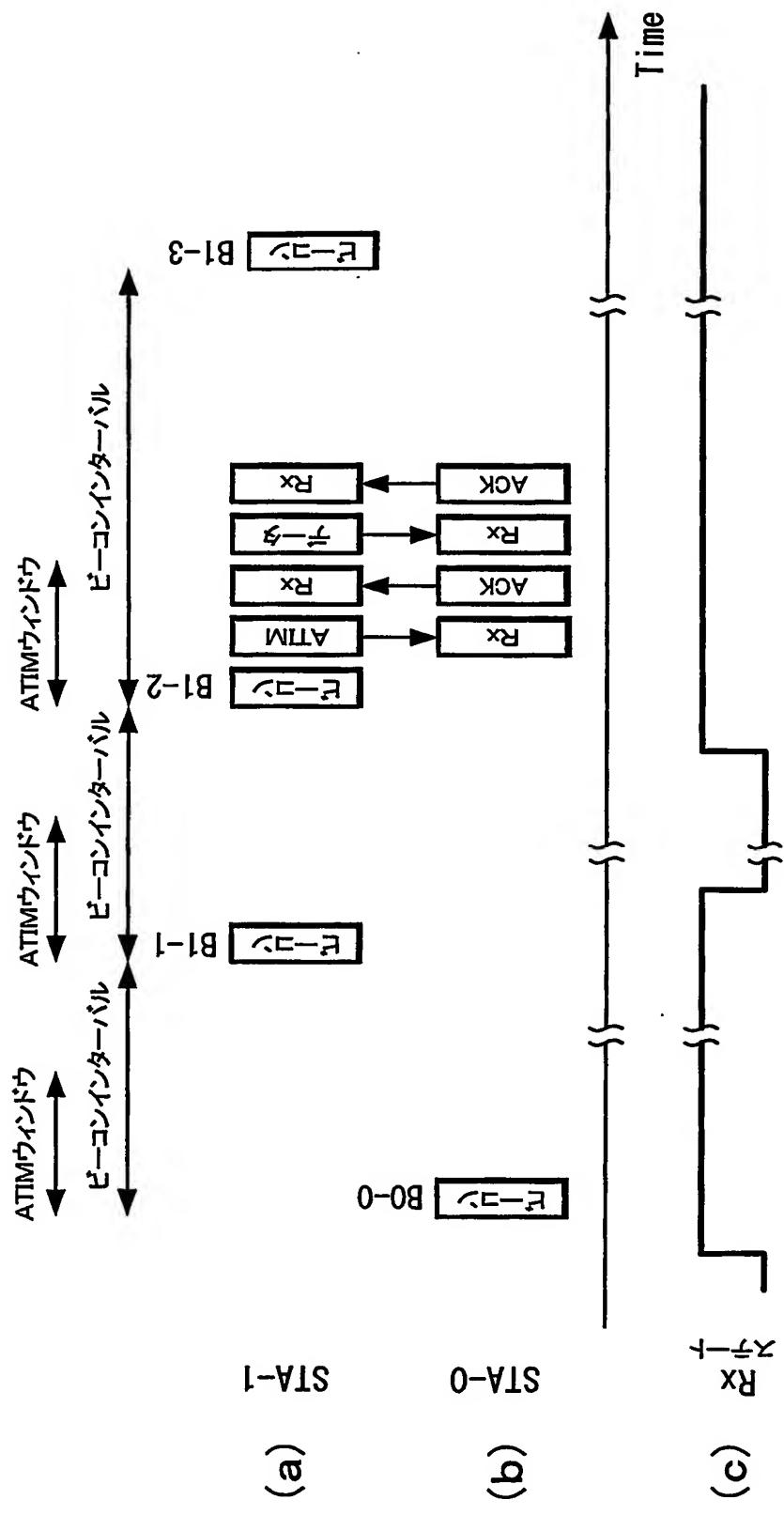


FIG. 29

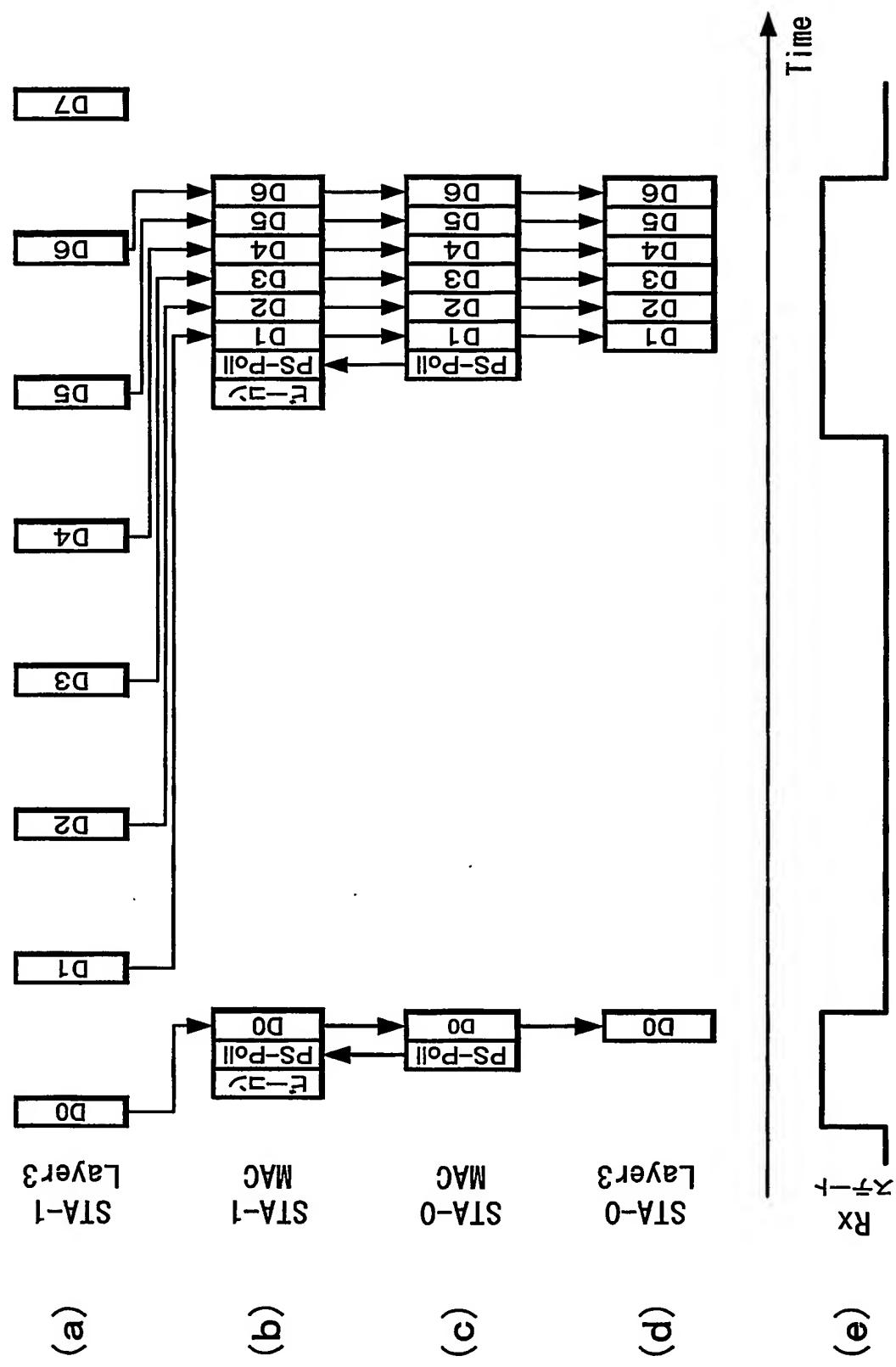
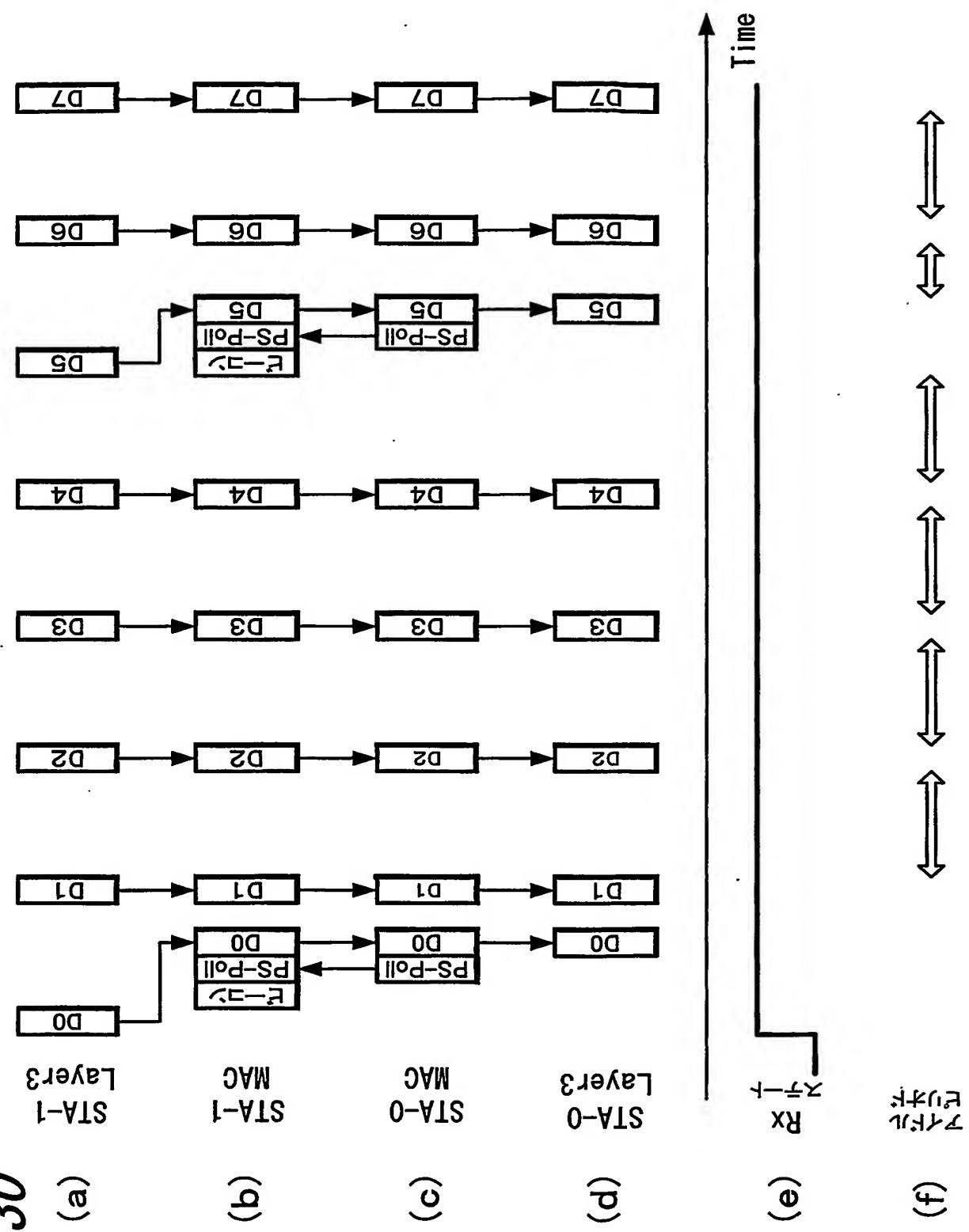


FIG. 30



引 用 符 号 の 説 明

- 1 アンテナ
- 2 アンテナ共用器
- 3 受信処理部
- 4 送信処理部
- 5 ベースバンド部
- 6 インターフェース部
- 7 MAC (メディアアクセスコントロール) 部
- 8 DLC (データリンクコントロール) 部
 - 100 無線通信装置
 - 101 インターフェース
 - 102 データ・バッファ
 - 103 中央制御部
 - 104 ビーコン生成部
 - 106 無線送信部
 - 107 タイミング制御部
 - 109 アンテナ
 - 110 無線受信部
 - 112 ビーコン解析部
 - 113 情報記憶部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L12/28, H04B7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04L12/28, H04B7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-358059 A (NEC Corp.), 26 December, 2000 (26.12.00), Par. No. [0010]	1-2, 4-5, 16-17, 19-20, 31
A	& EP 1061694 A2 & JP 3412687 B2	3, 6-15, 18, 21-30
A	JP. 2002-300175 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 October, 2002 (11.10.02), Figs. 8, 10; Par. Nos. [0064] to [0067] (Family: none)	1-31
P, X	JP 2003-229869 A (Sony Corp.), 15 August, 2003 (15.08.03), Figs. 1 to 5. & WO 03/67820 A1	1-2, 4-6, 10, 16-17, 19-20, 25, 31

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 April, 2004 (09.04.04)

Date of mailing of the international search report
27 April, 2004 (27.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C1' H04L12/28, H04B7/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C1' H04L12/28, H04B7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-358059 A (日本電気株式会社) 2000. 12. 26, 【0010】 & EP 1061694 A2 & JP 3412687 B2	1-2, 4-5, 16-17, 19-20, 31
A		3, 6-15, 18, 21-30
A	JP 2002-300175 A (松下電器産業株式会社) 2002. 10. 11, 図8, 図10, 【0064】-【0067】(ファミリーなし)	1-31

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 09. 04. 2004	国際調査報告の発送日 27. 4. 2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中木 努 電話番号 03-3581-1101 内線 3596 5X 9299

C(続き) .	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
P X	JP 2003-229869 A (ソニー株式会社) 2003. 08. 15, 図1-図5 & WO 03/67820 A1	1-2, 4-6, 10, 16-17, 19-20, 25, 31